

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-298158

(43)Date of publication of application : 11.10.2002

(51)Int.Cl.

G06T 17/40

A63F 13/00

G06T 15/60

(21)Application number : 2001-094375

(71)Applicant : NAMCO LTD

(22)Date of filing : 28.03.2001

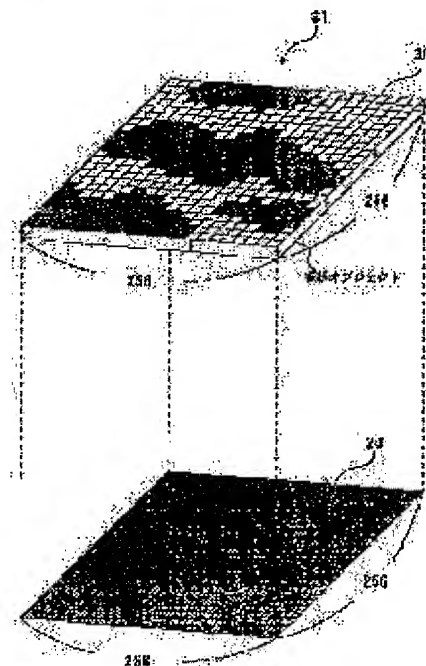
(72)Inventor : MATSUNO TOSHIKI

(54) GAME INFORMATION, INFORMATION STORAGE MEDIUM, AND GAME SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily express the shadow irrespective of the topographical shape, and express the shadow of a model etc., in a compatible manner.

SOLUTION: The cloud on a topographical map 20 is expressed by giving color information indicating the cloud (for example, 'white') to a cloud distribution map 30 (α texture) indicating the distribution of the cloud. At the same time, color information indicating the cloud shadow (for example, 'black') is given to each texture cell constituting the cloud distribution map 30, and the cloud shadow is expressed by performing parallel projection (more specifically, color synthesis based on the α value) on a lattice corresponding to the topographical map 20.



* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]Game information characterized by comprising the following for generating a picture of virtual space based on a given viewpoint, and performing a given game to a system, by an operation and control by a processor.

A creating means which generates flat-surface information showing distribution of a given object arranged over a geographical feature field top set as said virtual space.

A reflection means in which said geographical feature field is made to reflect a shadow of said given object based on said flat-surface information.

Information for making it function on said system.

[Claim 2]Game information which said given object is a cloud-like object and includes information for operating an arrangement means which arranges a cloud-like object over said geographical feature field as said system based on said flat-surface information in claim 1.

[Claim 3]Claim 1 or 2 comprising:

Information for operating a means to classify a given two-dimensional flat surface of said geographical feature field in a unit field as said system.

Information for said creating means to generate at least to said flat-surface information including information which shows existence or nonexistence of said given object in said geographical feature field top corresponding to said each unit field, and/or the sky. Information for said reflection means to make a shadow of said given object reflect on a geographical feature field corresponding to the unit field concerned for said every unit field.

[Claim 4]Claim 1 or 2 comprising:

Information for operating a quota means which assigns a cross grating which has the height information of each lattice point at a given two-dimensional flat surface of said geographical feature field as said system.

Information for operating geographical feature means forming which forms geographical feature in said geographical feature field by connecting coordinates of each lattice point assigned to said geographical feature field among said cross gratings as said system.

Information for said creating means to generate at least to said flat-surface information including information which shows existence or nonexistence of said given object in said geographical feature field top corresponding to each lattice of said cross grating, and/or the sky.

Information for said reflection means to make a shadow of said given object reflect on a geographical feature field corresponding to the lattice concerned for every lattice of said cross grating.

[Claim 5]Game information in which said reflection means includes information for determining a position on said geographical feature field in which a shadow of said given object is made to reflect based on a given light source in either of claims 1-4.

[Claim 6]Game information characterized by comprising the following for generating a picture of virtual space based on a given viewpoint, and performing a given game to a system, by an operation and control by a processor.

A creating means which generates flat-surface information which related with a locating position of the object concerned a shadow of a given object arranged over a geographical feature field top set as said virtual space at least, and expressed it.

A reflection means in which said geographical feature field is made to reflect a shadow of said given object based on said flat-surface information.

Information for making it function on said system.

[Claim 7]Game information including information for said creating means to generate flat-surface information showing a shadow of said given object in claim 6 based on a given light source.

[Claim 8]Claims 1-7 are the information storage media which memorize game information of a statement either.

[Claim 9]A game system which generates a picture of virtual space based on a given viewpoint, and performs a given game, comprising:

A creating means which generates flat-surface information showing distribution of a given object arranged over a geographical feature field top set as said virtual space.

A reflection means in which said geographical feature field is made to reflect a shadow of said given object based on said flat-surface information.

[Claim 10]A game system which said given object is a cloud-like object and is provided with an arrangement means which arranges a cloud-like object over said geographical feature field in claim 9 based on said flat-surface information.

[Claim 11]A game system which generates a picture of virtual space based on a given viewpoint, and performs a given game, comprising:

A creating means which generates flat-surface information which related with a locating position of the object concerned a shadow of a given object arranged over a geographical feature field top set as said virtual space at least, and expressed it.

A reflection means in which said geographical feature field is made to reflect a shadow of said given object based on said flat-surface information.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the information storage medium which memorized game information and game information, and a game system.

[0002]

[Description of the Prior Art]The number of polygons which can draw increases with improvement in the speed of the processing speed of a computer or a game device, and it is becoming possible to express a more precise model. It is also becoming possible to express not only a model but the shadow of a model precisely. By the way, a shadow does not play the central role in advance of a game, and, so to speak, is an additional element. However, since the whole picture will be tightened and it will sense as a still minuter picture if realistically expressed according to a motion of a model etc., the influence of the shadow given to the whole picture is big.

[0003]By the way, in computer graphics, in expressing particle systems, such as clouds, smoke, and mist (mist), draw each particle (particle) each, but. If it is in a game device, it is difficult to draw each particle each on the restrictions which draw in 1 interchange (1 / 60 seconds). Therefore, while mapping the texture which packed the aggregate of particles and was expressed in the tabular polygon of one sheet, the method of expressing a particle system in simple is generally performed by arranging two or more these tabular polygons.

[0004]For example, the case where the cloud object which is an example of representation of a particle system is expressed is considered. When expressing a cloud object, generally, a tabular polygon is horizontally arranged to the sky of virtual space, and a predetermined altitude. And the texture which expressed clouds to this polygon is mapped. Such processing can express a cloud object simply.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, when the shadow of a particle system was expressed, there were the following problems. That is, generally, since a particle system is what is expressed to a large field, it is difficult to pinpoint the place where a shadow hits. Even if it is able to pinpoint the place where a shadow hits, when it is said that the place where a shadow hits inclines, or it has upheaved and caved in, considerable time is required in the rendering processing for making a shadow reflect, etc.

[0006]In the method expressing the shadow of the model mentioned above, the place from which a shadow falls is an even place called the inside of a soccer stadium, a baseball field, and a building, and is not expressed on places, such as a rocky mountain or a gravel road. When expressing the shadow of a model, it is necessary to express one shadow to one model but, and this shadow usually performs alpha composition (color composition using transparency), and is drawn. For this reason, when two or more models lap, alpha composition of the shadow of each model is carried out, and there is a problem that the shadow of an overlapping portion will be expressed deeply.

[0007]The technical problem of this invention is not being concerned with the shape of geographical feature but expressing a shadow easily, and is also expressing without inconsistency the shadow with which a model etc. lap.

[0008]

[Means for Solving the Problem]In order to solve an aforementioned problem, the invention according to claim 1, Game information for generating a picture of virtual space based on a given viewpoint, and performing a given game to a system, by an operation and control by a processor. Flat-surface information showing distribution of a given object arranged over a geographical feature field top which is (for example, the game program 410 of drawing 12), and is set as said virtual space. A creating means which generates (for example, the cloud distribution map data 430 of drawing 12), Information (for example, *** expression program 411 of drawing 12) for operating a reflection means (for example, *** reflection part 321 of drawing 12) to make a shadow of said given object reflect in said geographical feature field as said system based on said flat-surface information is included.

[0009]A game system which the invention according to claim 9 generates a picture of virtual space based on a given viewpoint, and performs a given game. Flat-surface information showing distribution of a given object arranged over a geographical feature field top which is (for example, the game device 10 of drawing 12), and is set as said virtual space. It has a creating means which generates (for example, the cloud distribution map data 430 of drawing 12), and a reflection means (for example, *** reflection part 321 of drawing 12) to make a shadow of said given object reflect in said geographical feature field based on said flat-surface information.

[0010]According to this invention according to claim 1 or 9, distribution of an object arranged over a geographical feature field top is expressed to flat-surface information, and a shadow of an object is reflected in a geographical feature field based on this. For this reason, a shadow of an object can be made to reflect easily to any geographical feature fields.

[0011]That is, it is not concerned with shape of geographical feature whether to incline whether it has upheaved and whether it has become depressed, but distribution of an object arranged over the geographical feature field top is generated as information concerning a two-dimensional flat surface. For this reason, no matter it may be what geographical feature shape by, for example, carrying out parallel projection of this flat-surface information, it becomes possible to express a shadow of an object easily.

[0012]About object each, shadow attachment cannot be performed to a geographical feature field, but shadow attachment can be performed at once based on flat-surface information. That is, inconsistency that a lapped part of a shadow becomes deep is avoidable by making a shadow of object each reflect.

[0013]Although it may be models, such as a character besides a particle system, of course as a given object, it is good also as specifying a given object like the invention according to claim 2 or 10.

[0014]Namely, in the game information according to claim 1 like the invention according to claim 2, Said given object is a cloud-like object and is good also as including information for operating an arrangement means (for example, cloud placement part 314 of drawing 12) which arranges a cloud-like object over said geographical feature field as said system based on said flat-surface information.

[0015]In the game system according to claim 9 like the invention according to claim 10, Said given object is a cloud-like object, and it may be constituted so that it may have an arrangement means (for example, cloud placement part 314 of drawing 12) which arranges a cloud-like object over said geographical feature field based on said flat-surface information.

[0016]A cloud-like object is an object for expressing particle systems expressed by fixed range by being collected, such as "clouds" and "smoke", for example here.

[0017]According to this invention according to claim 2 or 10, a given object can be made into a cloud-like object, and also there are the following effects. That is, while being able to arrange a cloud-like object over ** geographical feature field based on flat-surface information, a shadow of a ** cloud-like object can be made to reflect in a geographical feature field. That is, a shadow in accordance with shape of a cloud-like object arranged high up in the sky is expressed on a geographical feature field. Therefore, since shape of clouds and shape of a shadow of clouds on a geographical feature field are similarly expressed when it looks down at clouds open floating at the time of fine weather from the virtual space sky for example, a shadow over a particle system called a cloud-like object can be expressed more realistically and easily.

[0018]In the game information according to claim 1 or 2 like the invention according to claim 3, Information for operating a means to classify a given two-dimensional flat surface (for example, level surface in virtual space) of said geographical feature field in a unit field (every [for example, / in a horizontal direction of virtual space] 10 m x 10 m) as said system, . Said creating means can set at least to said flat-surface information over said geographical feature field top corresponding to said each unit field. Information which shows existence or nonexistence of said given object (for example, it means whether it exists or not as 1/0 of digital numerical values, or.) It is good also as including information for generating an existence degree including information expressed as an analog numerical value (for example, transparency) of 1-0, and information for said reflection means to make a shadow of said given object reflect on a geographical feature field corresponding to the unit field concerned for said every unit field.

[0019]In the game information according to claim 1 or 2 like the invention according to claim 4, Information for operating a quota means which assigns a cross grating which has the height information (for example, altitude in virtual space) of each lattice point at a given two-dimensional flat surface (for example, level surface in virtual space) of said geographical feature field as said system, By connecting coordinates of each lattice point assigned to said geographical feature field among said cross gratings, Information for operating geographical feature means forming which forms geographical feature in said geographical feature field as said system, . Said creating means can set at least to said flat-surface information over said geographical feature field top corresponding to each lattice of said cross grating. Information which shows existence or nonexistence of said given object (for example, it means whether it exists or not as 1/0 of digital numerical values, or.) an existence degree --- as the analog numerical value (for example, transparency) of 1-0 --- a table --- with information for the bottom generating including information. It is good also as said reflection means including information for making a shadow of said given object reflect on a geographical feature field corresponding to the lattice concerned for every lattice of said cross grating.

[0020]According to this invention according to claim 3 or 4, it becomes possible to express a shadow of a given object still more simply. That is, information which starts a unit field (claim 3) or every lattice (claim 4) at existence or nonexistence of a given object is included in flat-surface information. Therefore, when making a shadow of a given object reflect on a geographical feature field, it can be determined for every unit field or lattice whether a shadow is made to reflect. It does not come to accept whether a shadow is made to reflect, but when you make it reflected, processing in which given staining is performed on the unit field concerned or a geographical feature field corresponding to a lattice can also be performed, and a shadow of an object can be expressed still more easily.

[0021]According to the invention according to claim 3, since flat-surface information is generable after classifying a geographical feature field for every unit field, a shadow of an object can be generated, without taking into consideration what kind of shape a geographical feature field is carrying out. According to the invention according to claim 4, since the effect of the invention according to claim 3 is provided since the unit field according to claim 3 corresponds to a lattice, and also geographical feature of a geographical feature field is also formed by a cross grating, processing concerning the whole image generation can be performed rationally and efficiently.

[0022]Like game information of the invention according to claim 5, it is good in the game information according to any one of claims 1 to 4 also as said reflection means including information for determining a position on said geographical feature field in which a shadow of said given object is made to reflect based on a given light source.

[0023]According to this invention according to claim 5, a shadow of a given object can be made to reflect in a suitable position in accordance with a light source set up in virtual space. For example, when making a shadow of clouds open floating over virtual space reflect on a geographical feature field, a position of a shadow of clouds changes with solar positions. Since it is only that existence position, a shadow of a given object can be made to reflect in a suitable position in accordance with a light source by this invention according to claim 5, although existence or nonexistence of clouds (given object) which consist over a geographical feature field are expressed to flat-surface information.

[0024]The invention according to claim 6 receives a system by an operation and control by a processor, It is the game information for generating a picture of virtual space based on a given viewpoint, and performing a given game, A creating means which generates flat-surface information which related with a locating position of the object concerned a shadow of a given object arranged over a geographical feature field top set as said virtual space at least, and expressed it, Information for operating a reflection means to make a shadow of said given object reflect in said geographical feature field as said system based on said flat-surface information is included.

[0025]The invention according to claim 11 is a game system which generates a picture of virtual space based on a given viewpoint, and performs a given game, A creating means which generates flat-surface information which related with a locating position of the object concerned a shadow of a given object arranged over a geographical feature field top set as said virtual space at least, and expressed it, Based on said flat-surface information, it has a reflection means in which said geographical feature field is made to reflect a shadow of said given object.

[0026]According to this invention according to claim 6 or 11, a shadow of an object arranged over a geographical feature field top

relates with a locating position of an object, and is expressed to flat-surface information, and a shadow of an object is reflected in it by geographical feature field based on this. For this reason, a shadow of an object can be made to reflect easily to any geographical feature fields.

[0027] That is, it is not concerned with shape of geographical feature whether to incline whether it has upheaved and whether it has become depressed, but a shadow of an object arranged over the geographical feature field top is generated as information concerning a two-dimensional flat surface related with a locating position. For this reason, no matter it may be what geographical feature shape by, for example, carrying out parallel projection of this flat-surface information, it is possible to express a shadow of an object easily.

[0028] About object each, shadow attachment cannot be performed to a geographical feature field, but shadow attachment can be performed at once based on flat-surface information. That is, inconsistency that a lapped part of a shadow becomes deep is avoidable by making a shadow of object each reflect.

[0029] It may be made for said creating means to include information for generating flat-surface information showing a shadow of said given object based on a given light source in the game information according to claim 6 like the invention according to claim 7.

[0030] According to this invention according to claim 7, a shadow of an object expressed to flat-surface information will be based on a light source set as virtual space. Therefore, for example, an object is a model concerning a soccer player, a geographical feature field is a soccer field, and when generating a picture of a game of a night game, two or more light sources may be set up. In this case, a shadow over a beam direction of each light source can be expressed without inconsistency by expressing a shadow from two or more light sources to flat-surface information. It can express that there is no inconsistency also about a difference in a shadow of an umbra and a penumbra which are generated according to the surface light source etc.

[0031] the invention according to claim 8 — like — either of claims 1-7 — it is good also as constituting an information storage medium which memorizes game information of a statement.

[0032]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, with reference to figures, an embodiment of the invention is described in detail. Although an airplane game is explained below at an example, the application of this invention of not being limited to this is natural. Although the mode of expression of the shadow is explained for "clouds", the same natural thing is possible also about objects which make the way that should be the same with clouds, such as "smoke" and "mist", for example.

[0033] Drawing 1 is a figure showing an example which applied this invention to the game device for home use. During game execution and on the display 1200, the situation (game screen) in the game space based on the viewpoint set as the cockpit of an airplane is displayed. In the figure, a player enjoys an airplane game by operating an airplane using the game controller 1202-1204, looking at the game image projected on the display 1200. In this case, information required in order to perform the game of game program 410 grade is stored in the CD-ROM(or DVD-ROM) 1206 which is information storage medium which can be freely detached and attached to the main frame, IC card, or memory card 1208-1209 grade.

[0034] Operating an airplane here means directing the direction to which the airplane virtually arranged in game space moves, speed, etc. Game space is virtual three dimensional space expressed by a world coordinate, i.e., an XYZ orthogonal coordinate system. And especially in the following explanation, unless it refuses, the coordinate value shall be expressed with the world coordinate. Since explanation is brief, in a game screen, a thing in particular called the situation and windowpane in the object concerning a self-opportunity, for example, a cockpit, shall not take into consideration, but only signs (geographical feature seen from the viewpoint) that it saw from the cockpit shall be displayed.

[0035] First, the principle of this embodiment is explained. Drawing 2 is a schematic diagram showing a relation with clouds with the geographical feature in game space. As shown in the figure, over the geographical feature map 20, the object (cloud object 31) showing clouds is arranged.

[0036] Although this geographical feature map 20 is mentioned later for details, it expresses geographical feature in three dimensions by assigning a cross grating to a horizontal plane, connecting the altitude value acquired about each lattice point, and forming a polygon. In drawing 2, signs that the cross grating is assigned to the geographical feature map 20 by the density of 256x256 lattices are shown.

[0037] The cloud object 31 is constituted by mapping the texture (henceforth the cloud distribution map 30) which expresses clouds to the tabular object of one sheet of the geographical feature map 20 and the same size. And this cloud object 31 is a predetermined altitude over a horizontal plane, and it is arranged so that it may become parallel to this horizontal plane.

[0038] The cloud distribution map 30 mapped by the cloud object 31 is a texture (henceforth alpha texture) which does not have an RGB value but has only alpha value (opacity shall be expressed in this embodiment). And for every texel, there are clouds and alpha value which responds for /Making and is set up expresses distribution of clouds. Specifically, "0" is set up as an alpha value about the portion in which clouds do not have a value below "1" again, respectively more greatly about the portion which has clouds for every texel than "0." and the RGB value which expresses clouds in the case of drawing, i.e., 'white', — expressing (255,255,255) — clouds will be expressed by being given.

[0039] It is "black" about the texel (portion with clouds) which sets up alpha value as "1" or "0" and by which alpha value is set as "1" in drawing 2 in order to make distribution of clouds easy to grasp visually, alpha value shows in "white" the texel (portion without clouds) set as "0", respectively. The cloud distribution map 30 comprises resolution equal to the density of the cross grating assigned to the geographical feature map 20, i.e., the resolution of 256x256 texel.

[0040] By the way, the geographical feature map 20 and the cloud distribution map 30 comprise equal density (resolution) (a lattice or texel), i.e., 256x256. For this reason, the lattice which constitutes the geographical feature map 20, and the texel which constitutes the cloud distribution map 30 will correspond by 1 to 1.

[0041] When it says in detail, the lattice of the geographical feature map 20 which exists in perpendicular down [of the texel which constitutes the cloud distribution map 30] is a lattice corresponding to this texel. It can also be said that the texel of the cloud distribution map 30 which exists in vertical above [of the lattice which constitutes the geographical feature map 20] conversely is the texel corresponding to this lattice.

[0042] Thus, since the texel which constitutes the cloud distribution map 30, and the lattice which constitutes the geographical feature map 20 correspond to 1 to 1, if a certain lattice or texel is specified, it can specify promptly corresponding texel or lattice with the existence position relation.

[0043] Next, **** expressed on geographical feature is explained. In this invention, **** is expressed on geographical feature by there being a situation of distribution of clouds, i.e., clouds, and reflecting those without /in the geographical feature map 20 as it is based on the cloud distribution map 30. **** in the lattice which there is each texel and specifically corresponds according

to /nothing, i.e., alpha value, is expressed — it /carries out and **** is determined. in each lattice, **** is expressed conversely — /being carried out — there is nothing — it can also be said that there are clouds of corresponding texel and it is determined by /nothing, i.e., alpha value.

[0044]Thus, since the texel which constitutes the cloud distribution map 30, and the lattice which constitutes the geographical feature map 20 support 1 to 1, on geographical feature, **** generated by carrying out parallel projection of the cloud object will be expressed.

[0045]Expression of **** in each lattice is specifically performed as follows. the RGB value which this lattice has in each lattice of the geographical feature map 20 in the case of drawing and the RGB value showing the color of ****, i.e., 'black', — expressing (0, 0, 0) — alpha composition of is done based on alpha value set as the texel of the cloud distribution map 30 corresponding to this lattice. And let this synthesized result be the sexual desire news (RGB value) concerning the whole lattice.

[0046]That is, the RGB value of a corresponding lattice is updated by expressing the RGB value showing the color of ****, i.e., 'black', (0, 0, 0) about the texel (portion with clouds) by which alpha value is set as "1." About the texel (portion without clouds) by which alpha value is set as "0", the RGB value in particular of a corresponding lattice does not change. Thus, the RGB value of a corresponding lattice will be updated by expressing 'black' (0, 0, 0), and **** will be expressed about the texel by which alpha value is set as "1", i.e., a portion with clouds. For example, about the texel (portion with clouds) by which alpha value is set as "0.8", it becomes the sum of RGB value (R, G, B) x (1-0.8) beforehand set as the corresponding lattice, and RGB value (0, 0, 0) x 0.8 showing the color of ****. That is, **** of a color which left the color of geographical feature slightly will be expressed.

[0047]As mentioned above, since [which expresses **** in geographical feature for every texel which constitutes the cloud distribution map 30] it /Carries out and **** is determined, it cannot be concerned with the shape of the geographical feature of upheaval, for example, but the position as which **** is expressed can be pinpointed easily, and **** can be expressed. Since **** is expressed based on alpha value set as the cloud distribution map 30, **** of the shape of clouds and identical shape can be expressed on geographical feature.

[0048]By the way, a central projection conversion process is performed about each polygon which constitutes an object etc. during game execution, and a game image is generated. For this reason, the processing burden concerning drawing may be eased by omitting drawing of the object as for which beyond constant distance exists far away from a viewpoint. Since a viewpoint is what moves freely in the inside of game space if it is in the airplane game in this embodiment, it is important on restrictions of processing time to pinpoint this depiction area. Therefore, suppose that the geographical feature based on a geographical feature map is formed, and it draws about the certain area (henceforth an object domain) centering on a viewpoint in this embodiment.

[0049]Drawing 3 is a figure showing signs that the object domain 40 was set as the geographical feature map 20. This object domain 40 is a field of prescribed size pinpointed based on the position of the virtual camera 41 (henceforth the viewpoint 41) set up all over game space. The object domain 40 is constituted by 64x64 lattices centering on the viewpoint 41 (it is a position at the time of setting the height of the viewpoint 41 to "0" and expressing to a horizontal plane in detail, and is hereafter called a viewpoint horizontal-plane position) in the figure.

[0050]The lattice which constitutes the geographical feature map 20, and the texel which constitutes the cloud distribution map 30 correspond by 1 to 1. For this reason, shortly after pinpointing the object domain 40, the range of the cloud distribution map 30 corresponding to this object domain 40, i.e., the range of the cloud distribution map which comprises 64x64 texel, can be specified. Hereafter, the cloud distribution map of this range specified is called cloud texture 50. Of course, this cloud texture 50 is a texture constituted by the texel corresponding to each lattice which constitutes the object domain 40. That is, it can be said that the cloud texture 50 is located over object domain 40, and is a texture of this object domain 40 and the same size.

[0051]Next, the details are explained about the geographical feature map 20, the cloud distribution map 30, the object domain 40, and the cloud texture 50.

[0052]First, expression of the three-dimensional geographical feature in game space is explained. The mode of expression of the three-dimensional geographical feature in this embodiment is known as a technique for expressing a landscape. By giving altitude data at each lattice point of a cross grating, this technique is less data and expresses three-dimensional geographical feature while it assigns a lattice with a given interval to a horizontal plane.

[0053]That is, by connecting the spot elevation (henceforth the polygon peak) given at each lattice point, a polygon is formed and three-dimensional geographical feature is expressed. Since this polygon forms the flat surface which has inclination in three dimensions according to the difference in elevation of each polygon peak, it can express geographical feature in three dimensions by these polygons. Since each lattice point is arranged regularly, data required in order to express three-dimensional geographical feature is only altitude data of the polygon peak.

[0054]Drawing 4 is a figure showing an example of the three-dimensional geographical feature expressed by the above-mentioned technique. In drawing 4, the cross grating is assigned on the horizontal plane (X-Z flat surface) by dividing at intervals of [respectively fixed] W along the X-axis and Z shaft orientations. And three-dimensional geographical feature is expressed by the polygon formed of the polygon peak Q corresponding to each lattice point.

[0055]Drawing 5 is a figure showing an example of the geographical feature map 20. In drawing 5, signs that the geographical feature map 20 to which the cross grating is assigned by the density of 256x256 lattices was seen from Y shaft orientations are shown. As shown in drawing 5, a length of one side is constituted by the coordinate point A1 [0, 0, 0] on a horizontal plane (X-Z flat surface), A2 [L, 0, 0], A3 [L, 0, L], and the square regions that make A4 [0, 0L] the peak in two or more lattices R which are W (= L/256).

[0056]And the starting point O is made into the lattice point P₀ and 0, it writes P_{nm} [the lattice point P which consists in an X axial direction from here the n-th, and consists in Z shaft orientations the m-th], and it writes Q_{nm} [the polygon peak Q corresponding to lattice point P_{nm}]. h_{nm} [the altitude value of each lattice point P_{nm}] is written. n, m = 0, and 1, ..., 256 — it comes out. [however,] R_{NM} [the lattice which consists in an X axial direction the Nth, and consists in Z shaft orientations the Mth] is written from the coordinate point A1 (starting point O). That is, the lattice R surrounded by lattice point P_{N-1} and M-1 and P_{N-1}, M, P_N, m, and P_N and M serves as R_{NM}. N, M = 1, and 2, ..., 256 — it comes out. [however,]

[0057]Next, the structure of topographical data is explained. Drawing 6 is a figure showing an example of topographical data. In drawing 6, the topographical data for expressing the geographical feature map 20 shown in drawing 5 is shown. As shown in drawing 6, altitude value h_{nm} of this lattice point P_{nm} is memorized by topographical data for every lattice point [which is formed in a horizontal plane (X-Z flat surface)] P_{nm}.

[0058]Namely, coordinate value of polygon peak Q_{nm} for this topographical data to express three-dimensional geographical

feature $[x, y, z]$ will be given as follows.

$x=nWy=h_{nm}z=mW$ [0059] Thus, by connecting polygon peak Q_{nm} given based on topographical data, a polygon will be formed and the geographical feature in the geographical feature map 20 will be expressed.

[0060] Drawing 7 is a figure showing an example of the cloud distribution map 30. In drawing 7, the cloud distribution map 30 corresponding to the geographical feature map 20 shown in drawing 5 is shown. As shown in drawing 7, the cloud distribution map 30 is a texture constituted from resolution of 256 texel, i.e., 256×256 texel, by the lengthwise direction in a figure (the direction of M), and the transverse direction (the direction of N), respectively. And texel T of the upper left in a figure is made into T_1 and 1, and it writes T_{NM} [the texel T which consists in a transverse direction (the direction of N) the Nth, and consists in a lengthwise direction (the direction of M) the Mth]. N, M = 1, and 2, ..., 256 — it comes out. [however,] Texel T_{NM} in this cloud distribution map 30 corresponds to cross-grating R_{NM} of the geographical feature map 20 shown in drawing 5, respectively.

[0061] The cloud distribution map 30 is an alpha texture which does not have an RGB value but has only alpha value as mentioned above. And alpha value set as each texel T expresses the thickness (/there being clouds and making) of the distributed clouds, and which value of "0" to "1" is set up. The value which approaches "1", so that the clouds from which "0" is specifically distributed over the portion without clouds again become deep is set as alpha value.

[0062] That is, the cloud distribution map 30 expresses distribution (/there being clouds and making) of the clouds in the corresponding geographical feature map 20 with alpha value set as each texel T, the RGB value which expresses clouds fundamentally in the case of drawing, i.e., 'white', — expressing (255,255,255) — clouds will be expressed by being given.

[0063] Next, setting out of the object domain 40 in the geographical feature map 20 is explained. Based on the locating position (determined based on the operator guidance of a player) of the self-opportunity in game space, the viewpoint F is determined during game execution for every frame. The coordinate value of this viewpoint F is made into $[F_x, F_y, F_z]$. Then, as shown in drawing 8 (a), the coordinate value of the position of the viewpoint at the time of expressing height F_y of the viewpoint F as "0", i.e., viewpoint horizontal-plane position F' , serves as $[F_x, 0, F_z]$.

[0064] Subsequently, as shown in drawing 8 (b), in the geographical feature map 20, lattice point P_{uv} nearest to viewpoint horizontal-plane position F' is made into field center F_p . That is, the coordinate value $[x, y, z]$ of lattice point P_{uv} applicable to field center F_p is as follows.

$x=uWy=$ — the object domain 40 in the geographical feature map 20 is set up focusing on field center F_p (lattice point P_{uv}) determined in this way $0z=vW$.

[0065] Drawing 9 is a figure showing an example of the object domain 40. In drawing 9, the object domain 40 set up considering lattice point P_{uv} as field center F_p is shown in the geographical feature map 20 shown in drawing 5. As shown in drawing 9, the object domains 40 are square regions which are the density of 64 lattices, i.e., 64×64 lattices, respectively, and are constituted by the lengthwise direction in a figure (Z shaft orientations), and the transverse direction (X axial direction) by lattice R_{NM} . $N=u-31, u-30, \dots, u+32$ — come out and it is — $M=v-31, v-30, \dots, v+32$ — it comes out. [however,] Let lattice point P_{u-32} and $v-32$, P_{u+32} , and $v-32$, P_{u+32} , $v+32$, and P_{u-32} and $v+32$ be the peak B1 of an object domain, B-2, B3, and B4, respectively.

[0066] Thus, if the object domain 40 based on the viewpoint F is set up, it will rank second and the coordinate value of altitude value h_{nm} of lattice point P_{nm} contained in the object domain 40, i.e., polygon peak Q_{nm} , will be given from topographical data (refer to drawing 6). And by connecting these polygon peak Q_{nm} , a polygon is formed and three-dimensional geographical feature is formed to the object domain 40. That is, three-dimensional geographical feature will be formed only in the object domain 40 set up into a game based on the viewpoint F for every frame.

[0067] Subsequently, mapping of an applicable geographical feature texture is performed to the formed three-dimensional geographical feature. That is, to three-dimensional geographical feature, coloring based on an applicable geographical feature texture will be carried out, and geographical features, such as "land", the "sea", and "woods", will be expressed.

[0068] Setting out of the object domain 40 will specify, the range 50, i.e., the cloud texture, of the cloud distribution map corresponding to this object domain 40.

[0069] Drawing 10 is a figure showing an example of the cloud texture 50. In drawing 10, the cloud texture 50 corresponding to the object domain 40 shown in drawing 9 is shown. As shown in drawing 10, the cloud texture 50 is a texture which is the resolution of 64 texel, i.e., 64×64 texel, respectively, and is constituted by the lengthwise direction in a figure (the direction of M), and the transverse direction (the direction of N) by texel T_{NM} . $N=u-31, u-30, \dots, u+32$ — come out and it is — $M=v-31, v-30, \dots, v+32$ — it comes out. [however,]

[0070] And texel T_{NM} which constitutes the cloud texture 50 corresponds to lattice R_{NM} of the object domain 40 shown in drawing 9, respectively. The peaks C1-C4 of the cloud texture 50 correspond to the peak B1 - B4 of the object domain 40 shown in drawing 9, respectively.

[0071] Thus, if the cloud texture 50 corresponding to the object domain 40 is specified, while clouds will be arranged to the object domain 40, **** is expressed on geographical feature.

[0072] Specifically, the cloud object 31 by which the cloud texture 50 was mapped by the degree of fixed height over the object domain 40 is arranged. That is, clouds (cloud object 31) will be arranged only in the object domain 40 set up into a game based on the viewpoint F, the RGB value which expresses clouds in the case of drawing of the cloud object 31, i.e., 'white', — expressing (255,255,255) — clouds are expressed by being given.

[0073] The cloud texture 50 is mapped to the geographical feature formed in the object domain 40. that time — the peaks C1-C4 of the cloud texture 50 — respectively — the peak B1 of the object domain 40 - B4 — that is, Mapping is performed by giving polygon peak $Q_{u-32, v-32}$, $Q_{u+32, v-32}$, $Q_{u+32, u+32}$, $Q_{u-32, u+32}$, and $v+32$. **** will be expressed by this by the geographical feature formed in the object domain 40. the RGB value which expresses **** in the case of drawing of geographical feature, i.e., 'black', — expressing (0, 0, 0) — **** is expressed by being given.

[0074] When drawing geographical feature (expression of ****), it is good also as multiplying a predetermined coefficient by alpha value set as each texel T_{nm} which constitutes the cloud texture 50. For example, by multiplying "0.8" as a predetermined coefficient, alpha value (opacity) concerning **** can be decreased and **** in which the colors (for example, marine 'blue', 'green [of land]', etc.) of the geographical feature of the portion as which **** is expressed were made to reflect can be expressed.

[0075]As explained above, the lattice R which constitutes the geographical feature map 20, and the texel T which constitutes the cloud distribution map 30 correspond by 1 to 1. For this reason, if the object domain 40 is set up, it can determine easily, the cloud distribution map 30 50, i.e., the cloud texture, of the range corresponding to this object domain 40. Therefore, arrangement of the clouds in the object domain 40 and expression of **** can be easily performed from the specified cloud texture 50.

[0076]An example of the game image which applied this invention is shown in drawing 11. Drawing 11 (a) is a figure showing the game image at the time of not mapping a cloud texture in three-dimensional geographical feature. Drawing 11 (b) is a figure showing the game image at the time of mapping a cloud texture in three-dimensional geographical feature. That is, in the figure (b), the portion colored 'black' is **** expressed by the cloud texture in near the horizon (near middle of the screen).

[0077]In mapping of the cloud texture 50 to geographical feature, alpha composition based on alpha value is made as mentioned above.

[0078]For example, when alpha composition is alpha blending, the RGB component (R, G, B) of geographical feature is determined as follows.

$R = \alpha R_S + (1 - \alpha) R_T$ $G = \alpha G_S + (1 - \alpha) G_T$ $B = \alpha B_S + (1 - \alpha) B_T$ --- however, R_T , G_T , and B_T , Are an RGB component (R_T , G_T , B_T) of the geographical feature texture mapped by geographical feature, and R_S , G_S , and B_S , the RGB component showing the color of **** (R_S , G_S , B_S), i.e., 'black', is expressed (0, 0, 0) --- it is . alpha is an alpha value set as the cloud texture 50.

[0079]That is, the thickness of **** expressed by geographical feature can be changed according to the thickness of clouds. For example, since alpha value of the cloud texture 50 is set up low (value near "0") about the portion with thin clouds, the RGB value acquired by the above-mentioned alpha blending turns into a value which reflected the RGB value of the geographical feature texture more.

[0080]Although it presupposed that mapping of the cloud texture to the geographical feature by which the geographical feature texture was already mapped is performed by alpha composition based on alpha value set as the cloud texture 50, it is good also as piling up, drawing and making a cloud texture the geographical feature by which the geographical feature texture was mapped. That is, in this case, about the portion as which **** is expressed, the RGB value of a geographical feature texture will not be reflected, but only the color ('black') of **** will be given.

[0081]As mentioned above, while expressing distribution of clouds by using the cloud distribution map 30 prepared in order to express distribution of clouds originally, expression of **** according to distribution of this cloud is easily realizable. Since the object domain 40 is determined based on the position of the viewpoint F and the cloud texture 50 is specified for every frame, also in the case where distribution of clouds changes in time, for example, expression of **** according to the change is realizable.

[0082]Drawing 12 is a figure showing an example of the functional block of the game device 10 of this invention. A functional block is constituted by the final controlling element 100, the indicator 200, the treating part 300, and the storage parts store 400 in drawing 12.

[0083]The final controlling element 100 is for a player to input manipulation data, and can realize the function by hardwares, such as a lever, a button, and a case. When operation of the button depression is carried out, the manipulate signal is outputted to the treating part 300. The final controlling element 100 is equivalent to the game controller 1202-1204 of drawing 1.

[0084]The indicator 200 displays the game image generated by the image generation part 320. A player inputs the manipulation data (directions, selection) according to game progress, etc. from the final controlling element 100, looking at the game screen displayed on the indicator 200, for example, the game screen etc. which are shown in drawing 11 (b). The function of the indicator 200 is equivalent to the display 1200 of drawing 1.

[0085]The treating part 300 performs various processings, such as control of the game device 10 whole, a command to each function part in the game device 10, game progress processing, image processing, and sound processing, and the function, It is realizable by hardwares, such as various processors (CPU, DSP, etc.) or ASIC (gate array etc.), and a given program. The game operation part 310, the image generation part 320, and ** are contained in the treating part 300.

[0086]Construction processing of game space (virtual three dimensional space) in which the game operation part 310 is expressed with a world coordinate, Based on the game program 410 grade read from the manipulate signal and the storage parts store 400 from the final controlling element 100, Processing which determines the locating position of the self-opportunity (it is an airplane used as the operation target of a player) in game space or a hostile aircraft and its direction, and processing called the hit check of the missile which a self-opportunity and a hostile aircraft launch are performed.

[0087]The viewpoint setting section 311, the object domain set part 312, the geographical feature formation part 313, the cloud placement part 314, and ** are contained in the game operation part 310.

[0088]The viewpoint setting section 311 performs processing which sets the position of the viewpoint F, and its direction as game space based on the locating position of a self-opportunity, and its direction. For every frame, based on the viewpoint F set up by the viewpoint setting section 311, the object domain set part 312 asks for viewpoint horizontal-plane position F', and performs processing which determines the object domain 40. The geographical feature formation part 313 performs processing which forms three-dimensional geographical feature in the object domain 40 set up by the object domain set part 312 based on the topographical data 420. The cloud placement part 314 specifies the cloud texture 50 corresponding to the object domain 40 set up by the object domain set part 312, and performs processing which arranges the cloud object 31 which mapped the this specified cloud texture 50 over the degree of fixed height of the object domain 40.

[0089]The image generation part 320 performs processing which generates the game image which looked at game space from the viewpoint F set up by the viewpoint setting section 311. The clipping processing which specifically sets up a view (view volume) by the front and back clipping, A game image is generated by performing rendering processings, such as coordinate transformation processing which changes the coordinate value of each polygon peak, etc. into a view point coordinate system, a shading process based on the position of the viewpoint F and a light source, and hidden surface (or hidden line) erasing processing. The **** reflection part 321 is contained in the image generation part 320.

[0090]The **** reflection part 321 performs **** expression processing mentioned later according to the **** expression program 411, and performs processing which colors the three-dimensional geographical feature formed of the geographical feature formation part 313. While specifically specifying the cloud texture 50 corresponding to the object domain set up by the object domain set part 312, the specified cloud texture 50 is mapped in the three-dimensional geographical feature formed of the geographical feature formation part 313.

[0091]The storage parts store 400 memorizes the game program 410, the **** expression program 411, the topographical data

420, and the cloud distribution map data 430.

[0092]The topographical data 420 memorizes altitude h_{nm} of this lattice point for every lattice point [which is formed in a horizontal plane] P_{nm} , as it is data for expressing the geographical feature map 20, for example, is shown in drawing 6.

[0093]The cloud distribution map data 430 is data concerning the cloud distribution map 30 which is alpha texture, and memorizes alpha value set as each texel. As there are clouds, and those without /are expressed with alpha value, for example, it is shown in drawing 11 (c), distribution of the clouds of the geographical feature map 20 whole is shown in the cloud distribution map 30, as mentioned above. the portion in which a white portion has clouds in drawing 11 (c) -- the black portion expresses the portion without clouds, respectively.

[0094]Next, the concrete processing operation in the game device 10 is explained with reference to the flow chart shown in drawing 13.

[0095]Drawing 13 is a flow chart which explains an example of the processing performed by the treating part 300 according to the game program 410. This processing is processing performed by the manipulate signal from the final controlling element 100 after the position of a self-opportunity and its direction are determined, and is processing performed for every frame.

[0096]In drawing 13, the viewpoint setting section 311 sets up the viewpoint F first from the position of the self-opportunity arranged in game space, and its direction (Step S1).

[0097]And the object domain set part 312 determines the object domain 40 based on the viewpoint F set up by the viewpoint setting section 311 (Step S2). As shown in drawing 8 (a), specifically, it asks for viewpoint horizontal-plane position F' which set the height of the viewpoint F to "0" and was expressed to the horizontal plane (X-Z flat surface). And as shown in drawing 8 (b), lattice point P_{uv} nearest to this viewpoint horizontal-plane position F' is made into field center F_p , and as shown in drawing 9, the object domain 40 which comprises density of 64x64 lattices is set up.

[0098]Subsequently, the geographical feature formation part 313 forms three-dimensional geographical feature in the object domain 40 set up by the object domain set part 312 with reference to the topographical data 420 (Step S3). Specifically with reference to the topographical data 420, altitude value h_{nm} given to lattice point P_{nm} contained in the set-up object domain 40 is acquired. And by connecting acquired altitude value h_{nm} (polygon peak Q_{nm}), a polygon is formed and the three-dimensional geographical feature in the object domain 40 is formed.

[0099]The cloud placement part 314 arranges clouds (cloud object 31) with reference to the cloud distribution map data 430 to the degree of fixed height over the object domain 40 set up by the object domain set part 312 (step S4).

[0100]If three-dimensional geographical feature is formed in the object domain 40 and clouds are arranged, it will rank second and the image generation part 320 will generate the picture in the game space seen from this viewpoint F based on the position of the set-up viewpoint F, and its direction (Step S5). Under the present circumstances, the **** reflection part 321 performs **** expression processing according to the **** reflection program 420. Specifically, the **** reflection part 321 specifies the cloud texture 50 so that it may be shown in the cloud distribution map of the range corresponding to the object domain 40, i.e., drawing 10. The RGB value of the geographical feature texture which corresponds with it, and the RGB value showing ****, namely, 'black' -- expressing (0, 0, 0) -- the three-dimensional geographical feature formed in the object domain 40 is colored by doing alpha composition (for example, alpha blending etc.) of based on alpha value set as the cloud texture 50. the RGB value which expresses clouds to the cloud texture 50 as which the **** reflection part 321 specified the image generation part 320 on the other hand, i.e., 'white', -- expressing (255,255,255) -- the cloud object 31 arranged over object domain 40 is colored by giving.

[0101]Then, the treating part 300 displays on the indicator 200 the game image generated by the image generation part 320. If the game image for one frame is displayed by performing the above processing, the treating part 300 will end this processing.

[0102]Next, an example of the composition of the hardware which can realize a game device is explained using drawing 14. In the device shown in the figure, CPU1000, ROM1002, RAM1004, information-storage-medium 1006, and sound generation IC1008, image generation IC1010, and I/O Ports 1012 and 1014 are mutually connected by the system bath 1016 so that a data input/output is possible. And the display 1018 is connected to image generation IC1010, the loudspeaker 1020 is connected to sound generation IC1008, the control apparatus 1022 is connected to I/O Port 1012, and the communication apparatus 1024 is connected to I/O Port 1014.

[0103]The image data for expressing a program and a display thing, sound data, play data, etc. are mainly stored, and the information storage medium 1006 is equivalent to the storage parts store 400 of drawing 12. For example, in a home video game device (refer to drawing 1), CD-ROM, a game cassette, DVD, etc. are used as the information storage medium 1006 which stores game program 410 grade, and a memory card etc. are used as the information storage medium 1006 which stores the character DB. CD-ROM, DVD, a hard disk, etc. are used in a personal computer. In a business-use game device, hard disks, such as ROM, are used and the information storage medium 1006 is set to ROM1002 in this case.

[0104]The control apparatus 1022 is a device for inputting into a device main frame the result of the judgment which is equivalent to a game controller, a navigational panel, etc., and a user performs according to game progress. This control apparatus 1022 is equivalent to the final controlling element 100 of drawing 12.

[0105]According to the program stored in the information storage medium 1006, data, the system programs (initialization information of a device main frame, etc.) stored in ROM1002, the signal inputted by the control apparatus 1022, etc., CPU1000 performs control and various data processing of the whole device. RAM1004 is a memory measure used as workspace of this CPU1000, the image data and play data for one frame are stored temporarily, or the information storage medium 1006, the given contents of ROM1002, or the result of an operation of CPU1000 is stored.

[0106]Sound generation IC1008 and image generation IC1010 are provided in this kind of device, and the suitable output of a game sound or a game image can be performed now to it. Sound generation IC1008 is an integrated circuit which generates game sounds, such as a sound effect and a background sound, based on the information memorized by information-storage-medium 1006 and ROM1002, and the generated game sound is outputted by the loudspeaker 1020. Image generation IC1010 is an integrated circuit which generates the pixel information for outputting to the display 1018 based on the picture information sent from RAM1004, ROM1002, and information-storage-medium 1006 grade. CRT, LCD, TV, a plasma display, a projector, etc. are realized, and the display 1018 is equivalent to the indicator 200 of drawing 12.

[0107]The communication apparatus 1024 is what exchanges outside various kinds of information used inside a game device. It is used for being connected with other game devices, sending and receiving the given information according to the game program 410, or sending and receiving the information on game program 410 grade via a given communication line etc.

[0108]CPU1000 or general-purpose DSP may perform by software processing performed in image generation IC1010 and sound

generation IC1008 grade. In this case, CPU1000 will correspond to the treating part 300.

[0109]In this embodiment, although the case where this invention was applied to a home video game device was explained, of course, it is also possible to apply to a business-use game device, a portable game device, a personal computer, a personal digital assistant (a portable telephone is included), a KIOSK terminal, etc.

[0110]This invention is not limited to the contents of the above-mentioned embodiment, and can be suitably changed in the range which does not deviate from the main point of this invention.

[0111]For example, by using the interpolation function of bi-linear filtering for it, when the cloud texture 50 is mapped in the three-dimensional geographical feature formed in the object domain 40, The resolution of this **** texture 50 is raised, namely, the number of texel which constitutes the cloud texture 50 can also be made to increase.

[0112]Bi-linear filtering is explained. Drawing 15 (a) is a figure showing the relation between the existing pixel (E1, E2, E3, and E4) and the pixel (D) interpolated by bi-linear filtering. As shown in drawing 15 (a), color CD of the pixel (sampling point) D interpolated becomes color [which interpolated the color of the surrounding pixels E1-E4 of D]. Specifically based on the coordinates of E1-E4, and the coordinates of D, it asks for coordinates ratio $\beta:1-\beta$ ($0 \leq \beta \leq 1$) of x shaft orientations, and coordinates ratio $\gamma:1-\gamma$ ($0 \leq \gamma \leq 1$) of y shaft orientations. And color CD (output color in bi-linear filtering) of D becomes like a following formula.

$$CD = (1-\beta) \times (1-\gamma) \times CE1 + \beta \times (1-\gamma) \times CE2 + (1-\beta) \times \gamma \times CE3 + \beta \times \gamma \times CE4 \quad (1)$$

[0113]As shown in drawing 15 (b), when being set to $\beta = \gamma = 1/2$, color CD of the pixel D interpolated becomes like a following formula.

$$CD = (CE1 + CE2 + CE3 + CE4) / 4 \quad (2)$$

Then, by using an upper type (2), the resolution of the cloud texture 50 mapped in three-dimensional geographical feature is raised, namely, it is made to make the number of texel increase.

[0114]For example, from the cloud texture 50 (refer to drawing 10) which comprises 64x64 texel, the **** texture which comprises 256x256 texel is generated. That is, the number of the texel T arranged in a lengthwise direction (the direction of M) and a transverse direction (the direction of N) increases to 4 (= 256/64) time, respectively. Therefore, the texel T of 16 (=4x4) individuals will correspond to the lattice R of 1.

[0115]The color of the texel T inserted (increased) is determined by weight averaging the color of the surrounding texel T based on an upper type (2). By this, the edge of **** can be obscured and the effect that expression of **** which has a touch of reality more is realizable can be acquired.

[0116]In image generating devices, such as a game device, interpolation picture-element-data data processing, such as next door interpolation, first ** interpolation (bi-linear filtering), and the Miyoshi convolution interpolation (try linear filtering), may be realized as a function of hardware these days. In such a case, it becomes possible by using this function to realize the above-mentioned processing easily.

[0117]In this embodiment, we decided to express **** by carrying out parallel projection of the cloud distribution map 30 to a geographical feature map in the perpendicular direction (Y shaft orientations) (the projection direction A in drawing 16). However, it is good also as projecting a projection direction not only from the perpendicular direction but from other directions.

[0118]It is good also as specifically projecting the cloud distribution map 30 from the projection direction B shown in drawing 16. However, **** of different clouds from the clouds expressed by the cloud texture 50 which explained [above-mentioned] will be expressed by the object domain 40 as shown in drawing 16. Therefore, according to height (altitude) Y_h on the geographical feature map 20 which arranges the angle theta to accomplish or ** clouds of the ** projection direction B and a horizontal plane (X-Z flat surface), the range of the cloud distribution map reflected in the object domain 40 (cloud texture 50) is changed. By this, also when it is called the morning sun and the setting sun, **** which has a touch of reality more can be expressed, for example.

[0119]This invention can be applied, for example to a soccer game etc., and the shadow of the player who exists on the field can also be expressed.

[0120]In that case, the distribution map (for example, if it is a soccer game, the existence position of a total of 22 players is shown) showing a player's existence position [in / again / to the geographical feature map 20 / in the field / the field] will correspond at the cloud distribution map 30.

[0121]And suppose that the shadow of the player concerned is expressed to the position corresponding to the position on each player's field in a distribution map. It explains more concretely. Each player decides to express by the polygon model in a model-coordinates system as well as the conventional technique, and decides to arrange by transforming from this model-coordinates system at the world coordinate which is game space. And the texture of the shadow of the player concerned is obtained by carrying out projection conversion of the polygon model in this model-coordinates system from a given direction. In the former, although alpha composition of the texture of this shadow was done on game space, it maps on a distribution map here. Under the present circumstances, alpha composition is not performed. That is, suppose that the texture of a shadow is overwritten on a distribution map.

[0122]And after mapping the texture of all the players' shadow on a distribution map, a distribution map is mapped in the field. When two or more players are each other interwoven with and a shadow laps by this, inconsistency that the overlapping portion is expressed deeply can be avoided.

[0123]Since two or more light sources are set up when expressing the game of a night game, it is good also as generating two or more shadows corresponding to each light source, and mapping on a distribution map. As for this technique, it is needless to say that not only a player but applying to a ball etc. may apply to what kind of other objects possible.

[0124]

[Effect of the Invention]According to this invention, **** is expressed on geographical feature by carrying out parallel projection of the cloud distribution map 30 in which distribution of clouds is shown to the geographical feature map 20. namely, geographical feature having upheaved and having become depressed — or it is not concerned with whether it inclines but it becomes possible to realize expression of **** easily. Based on this cloud distribution map 30, it becomes possible by arranging clouds on the geographical feature map 20 to realize expression of **** which reflected the shape of the clouds arranged as it was. Since shadow attachment is performed at once based on the cloud distribution map 30 in which cloud distribution of the geographical feature map 20 whole is shown unlike the technique of arranging two or more cloud objects and performing shadow attachment about each cloud object on geographical feature, The effect that inconsistency that the lapped part of a shadow becomes deep is avoidable is also acquired.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

- [Drawing 1]It is a figure showing an example of the game device which applied this invention.
[Drawing 2]It is a schematic diagram showing the relation between geographical feature and clouds.
[Drawing 3]It is a figure showing signs that the object domain was set up on a geographical feature map.
[Drawing 4]It is a figure showing an example of the geographical feature expressed in three dimensions.
[Drawing 5]It is a figure showing an example of a geographical feature map.
[Drawing 6]It is a figure showing an example of topographical data.
[Drawing 7]It is a figure showing an example of a cloud distribution map.
[Drawing 8]It is a figure showing the determination based on [based on a viewpoint] fields.
[Drawing 9]It is a figure showing an example of an object domain.
[Drawing 10]It is a figure showing an example of a *** texture.
[Drawing 11]It is a figure showing an example of a game image.
[Drawing 12]It is a figure showing an example of a functional block.
[Drawing 13]It is a flow chart explaining an example of *** expression processing.
[Drawing 14]It is a figure showing an example of hardware constitutions which can realize this invention.
[Drawing 15]It is a figure explaining bi-linear filtering.
[Drawing 16]It is a figure explaining change of the range of the cloud distribution map to adopt.

[Description of Notations]

10 Game device
100 Final controlling element
200 Indicator
300 Treating part
310 Game operation part
311 Viewpoint setting section
312 Object domain set part
313 Geographical feature formation part
314 Cloud placement part
320 Image generation part
321 *** reflection part
400 Storage parts store
410 Game program
411 *** expression program
420 Topographical data
430 Cloud distribution map
20 Geographical feature map
30 Cloud distribution map
31 Cloud object
40 Object domain
50 Cloud texture

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

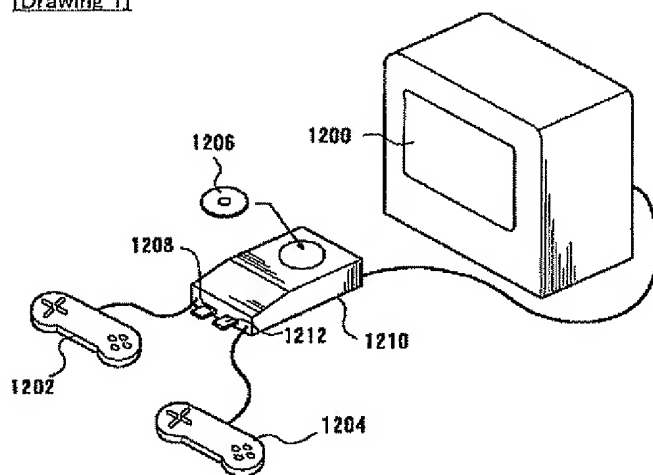
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

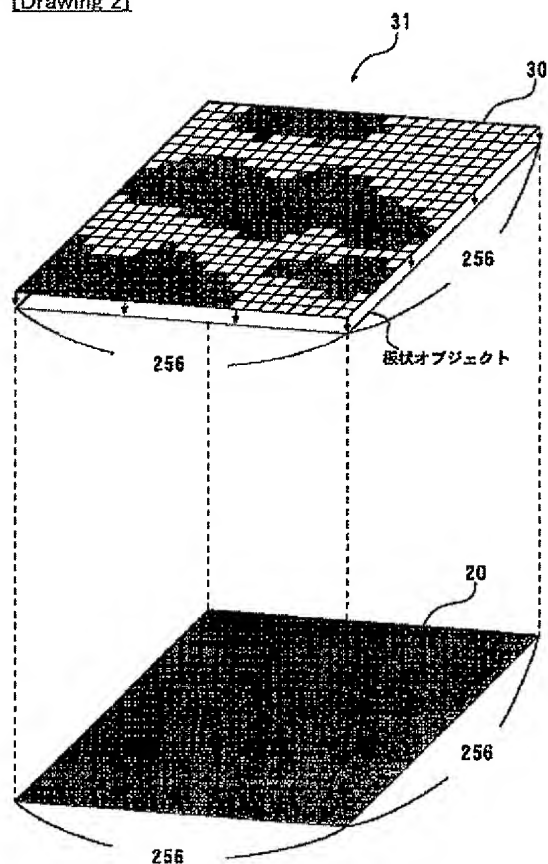
3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

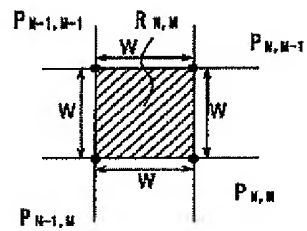
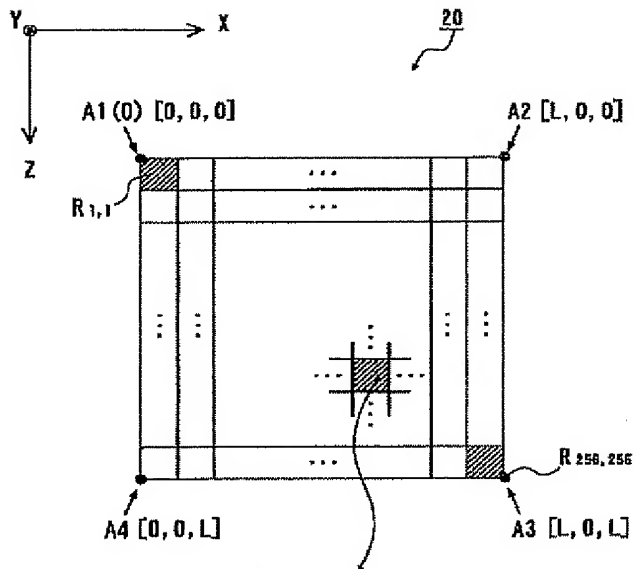
[Drawing 1]



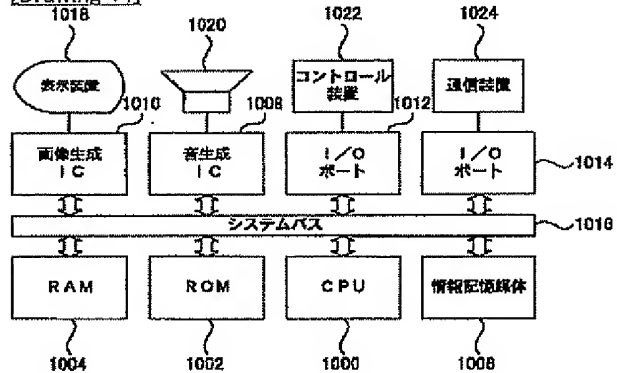
[Drawing 2]



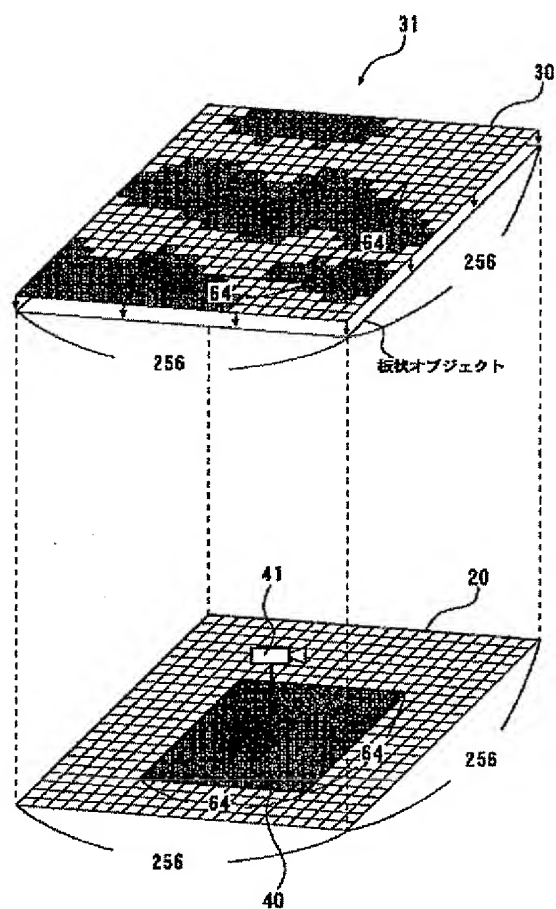
[Drawing 5]



[Drawing 14]

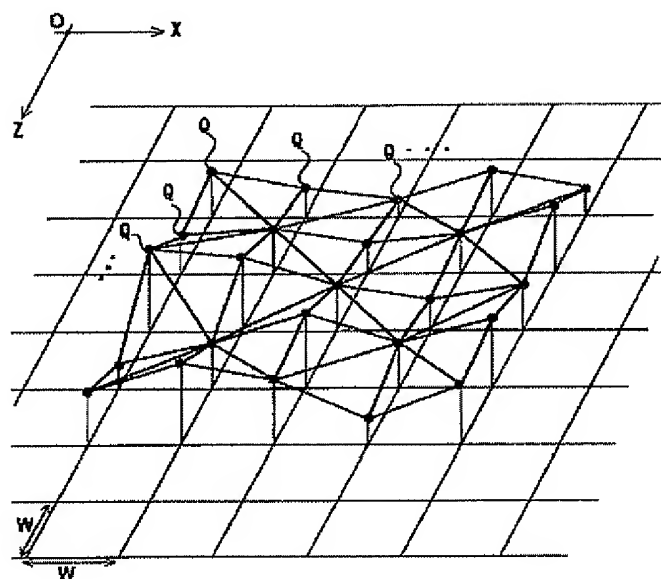


[Drawing 3]



[Drawing 4]

地形



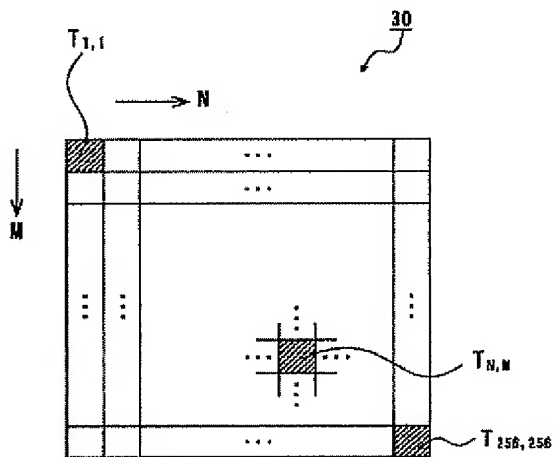
[Drawing 6]

地形データ

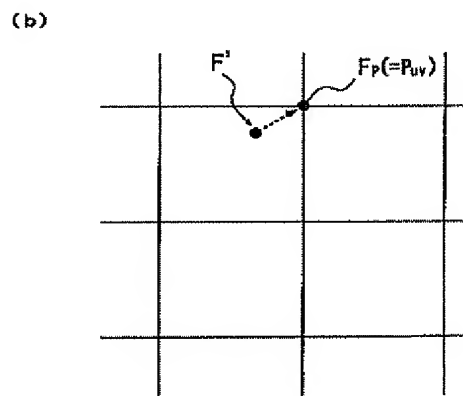
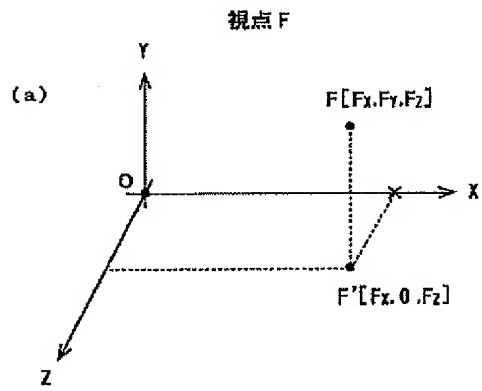
$m \backslash n$	0	1	...	256
0	$h_{0,0}$	$h_{1,0}$	...	$h_{256,0}$
1	$h_{0,1}$	$h_{1,1}$	...	$h_{256,1}$
...
256	$h_{0,256}$	$h_{1,256}$	...	$h_{256,256}$

[Drawing 7]

雪分布マップ (256 × 256 テクセル)

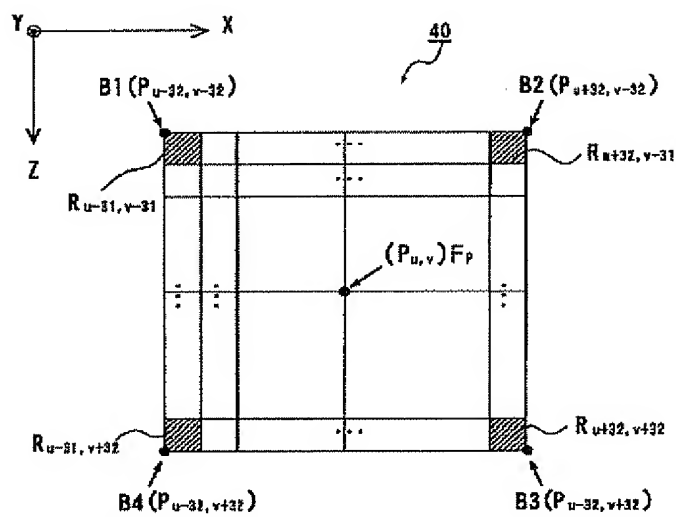


[Drawing 8]



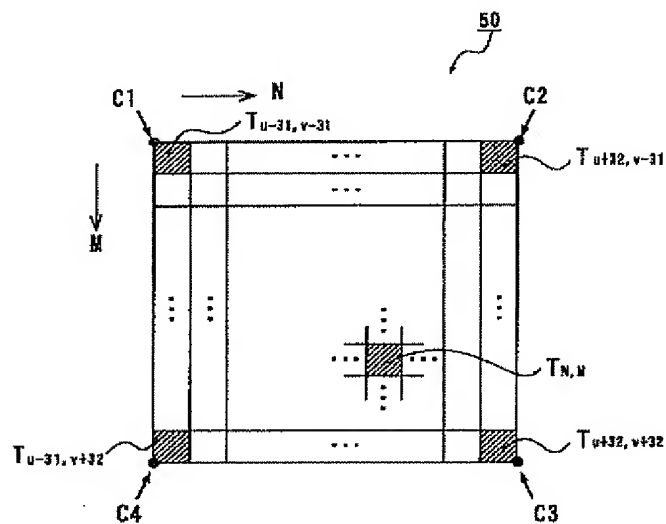
[Drawing 9]

対象領域 (64 × 64 格子)

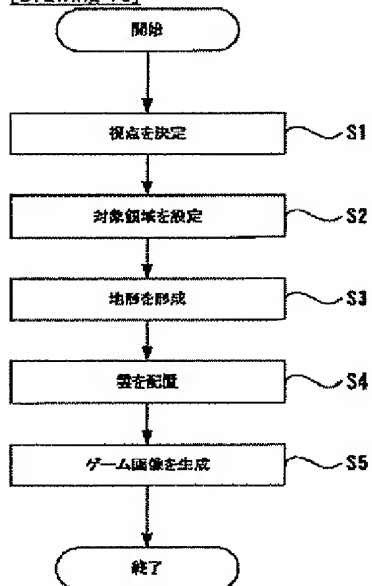


[Drawing 10]

雲テクスチャ (64 × 64 テクセル)

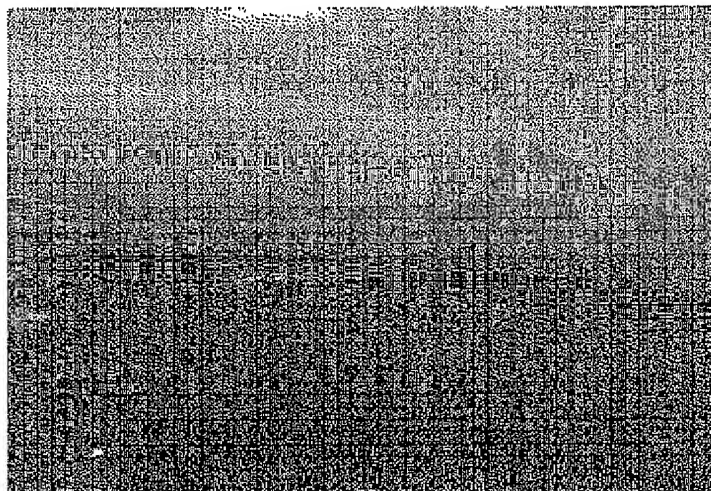


[Drawing 13]

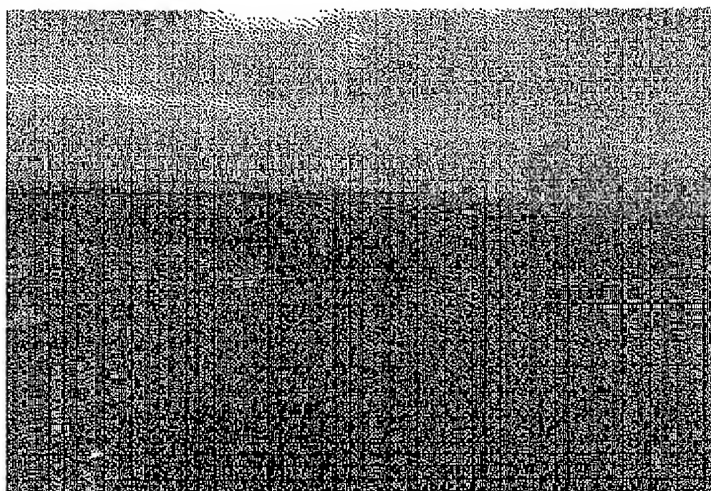


[Drawing 11]

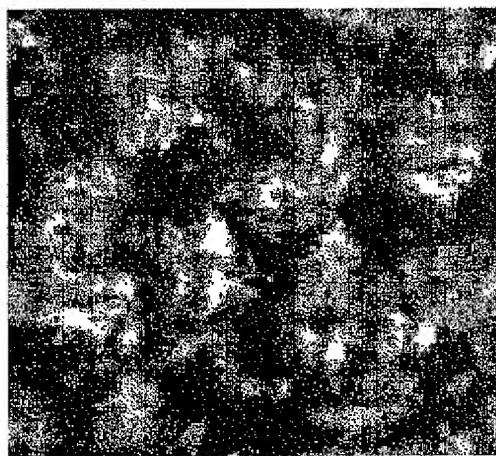
(a)

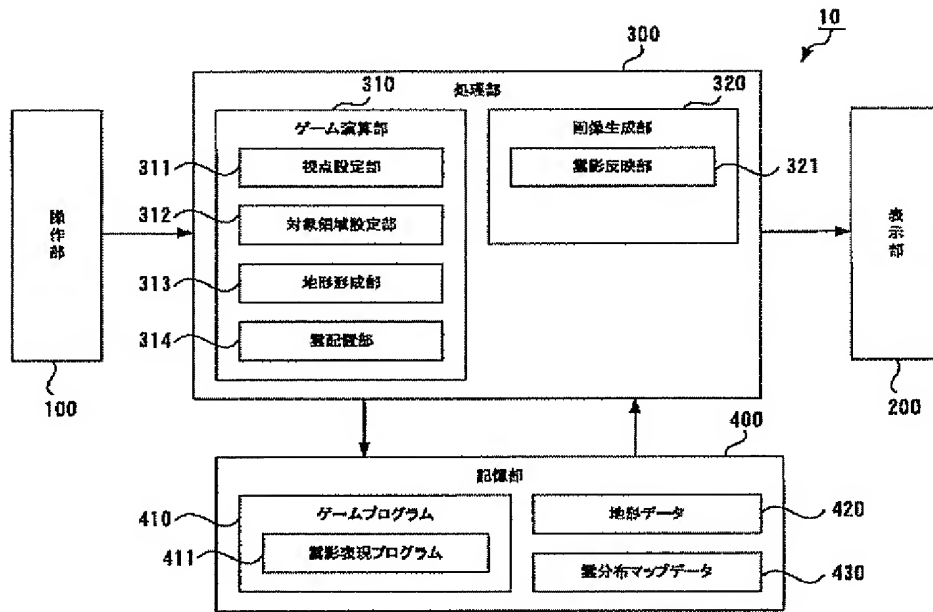
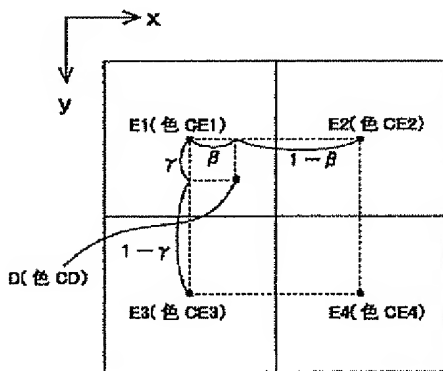


(b)



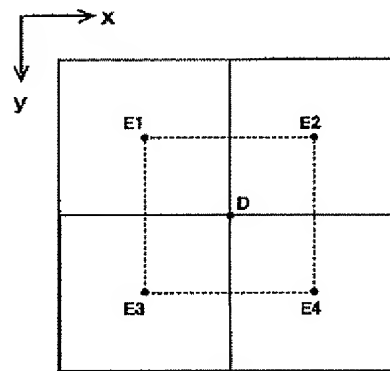
(c)

[Drawing 12]

[Drawing 15]
(a)

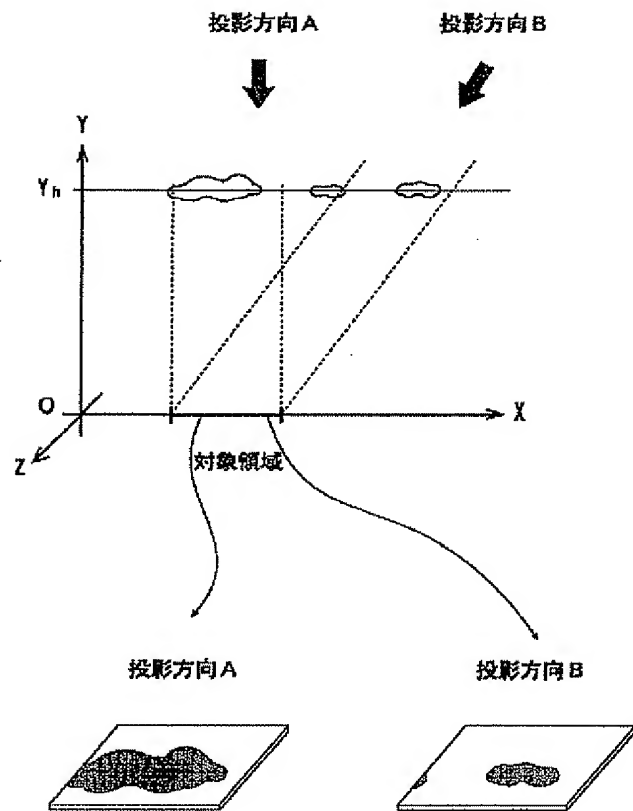
$$CD = (1-\beta) \times (1-\gamma) \times GE1 + \beta \times (1-\gamma) \times GE2 \\ + (1-\beta) \times \gamma \times GE3 + \beta \times \gamma \times GE4$$

(b)

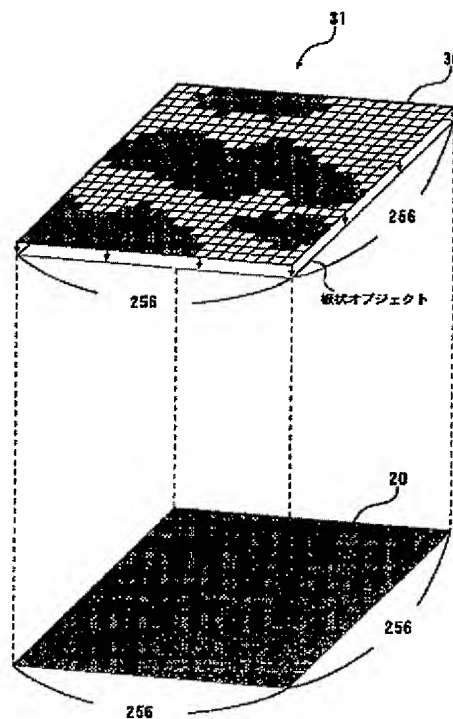


$$CD = (GE1 + GE2 + GE3 + GE4) / 4$$

[Drawing 16]



[Translation done.]



【特許請求の範囲】

【請求項 1】プロセッサによる演算・制御により、システムに対して、所与の視点に基づく仮想空間の画像を生成して所与のゲームを実行させるためのゲーム情報であって、前記仮想空間に設定される地形領域上及び／又は上空に配置される所与のオブジェクトの分布を表した平面情報を生成する生成手段と、前記平面情報に基づいて、前記所与のオブジェクトの影を前記地形領域に反映させる反映手段と、を前記システムに機能させるための情報を含むゲーム情報。

【請求項 2】請求項 1 において、前記所与のオブジェクトは雲状オブジェクトであり、前記平面情報に基づいて、前記地形領域の上空に雲状オブジェクトを配置する配置手段、を前記システムに機能させるための情報を含むゲーム情報。

【請求項 3】請求項 1 または 2 において、前記地形領域の所与の二次元平面を、単位領域で区分する手段、を前記システムに機能させるための情報と、前記生成手段が、前記平面情報に、少なくとも、前記各単位領域に対応する前記地形領域上及び／又は上空における、前記所与のオブジェクトの存否を示す情報を含めて生成するための情報と、前記反映手段が、前記単位領域毎に、当該単位領域に対応する地形領域上に前記所与のオブジェクトの影を反映させるための情報と、を含むゲーム情報。

【請求項 4】請求項 1 または 2 において、前記地形領域の所与の二次元平面に、各格子点の高さ情報を有する二次元格子を割り当てる割り当て手段を前記システムに機能させるための情報と、前記二次元格子の内、前記地形領域に割り当てられた各格子点の座標を結ぶことにより、前記地形領域内の地形を形成する地形形成手段を前記システムに機能させるための情報と、前記生成手段が、前記平面情報に、少なくとも、前記二次元格子の各格子に対応する前記地形領域上及び／又は上空における、前記所与のオブジェクトの存否を示す情報を含めて生成するための情報と、前記反映手段が、前記二次元格子の各格子毎に、当該格子に対応する地形領域上に前記所与のオブジェクトの影を反映させるための情報と、を含むゲーム情報。

【請求項 5】請求項 1 ～ 4 のいずれかにおいて、前記反映手段が、前記所与のオブジェクトの影を反映させる前記地形領域上の位置を、所与の光源に基づいて決定するための情報を含むゲーム情報。

【請求項 6】プロセッサによる演算・制御により、システムに対して、所与の視点に基づく仮想空間の画像を生

成して所与のゲームを実行させるためのゲーム情報であって、少なくとも前記仮想空間に設定される地形領域上及び／又は上空に配置される所与のオブジェクトの影を、当該オブジェクトの配置位置に関連づけて表した平面情報を生成する生成手段と、前記平面情報に基づいて、前記所与のオブジェクトの影を前記地形領域に反映させる反映手段と、を前記システムに機能させるための情報を含むゲーム情報。

【請求項 7】請求項 6 において、前記生成手段が、所与の光源に基づいて、前記所与のオブジェクトの影を表した平面情報を生成するための情報を含むゲーム情報。

【請求項 8】請求項 1 から 7 のいずれか記載のゲーム情報を記憶する情報記憶媒体。

【請求項 9】所与の視点に基づく仮想空間の画像を生成して所与のゲームを実行するゲームシステムであって、前記仮想空間に設定される地形領域上及び／又は上空に配置される所与のオブジェクトの分布を表した平面情報を生成する生成手段と、前記平面情報に基づいて、前記所与のオブジェクトの影を前記地形領域に反映させる反映手段と、を備えるゲームシステム。

【請求項 10】請求項 9 において、前記所与のオブジェクトは雲状オブジェクトであり、前記平面情報に基づいて、前記地形領域の上空に雲状オブジェクトを配置する配置手段、を備えるゲームシステム。

【請求項 11】所与の視点に基づく仮想空間の画像を生成して所与のゲームを実行するゲームシステムであって、少なくとも前記仮想空間に設定される地形領域上及び／又は上空に配置される所与のオブジェクトの影を、当該オブジェクトの配置位置に関連づけて表した平面情報を生成する生成手段と、前記平面情報に基づいて、前記所与のオブジェクトの影を前記地形領域に反映させる反映手段と、を備えるゲームシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ゲーム情報、ゲーム情報を記憶した情報記憶媒体、及びゲームシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】コンピュータやゲーム装置の処理速度の高速化に伴い、描画できるポリゴン数が増加し、より精密なモデルを表現することが可能になってきている。また、モデルのみならず、モデルの影をも精密に表現することも可能になってきている。ところで、影は、ゲーム

の進行における中心的な役割を果たすものでなく、いわば付加的な要素ではある。しかし、モデルの動き等に応じてリアリスティックに表現されると、画像全体を引き締め、一層精緻な画像として感じられるため、画像全体に与える影の影響は大きなものである。

【0003】ところで、コンピュータグラフィックスにおいて、雲や煙、霧（もや）といった粒子系を表現する場合には、各粒子（パーティクル）1つ1つを描画するが、ゲーム装置にあっては、1インター（1/60秒）内に描画する制約上、各粒子1つ1つを描画することが困難である。そのため、粒子の集合体を纏めて表したテクスチャを、1枚の板状のポリゴンにマッピングするとともに、この板状のポリゴンを複数配置することによって、簡易的に粒子系を表現する方法が一般的に行われている。

【0004】例えば、粒子系の代表例である、雲オブジェクトを表現する場合を考える。雲オブジェクトを表現する場合、一般的には、仮想空間の上空、所定の高度に、板状のポリゴンを水平に配置する。そして、このポリゴンに、雲を表したテクスチャをマッピングする。このような処理により、雲オブジェクトを簡易に表現することができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、粒子系の影を表現する場合には次の様な問題があった。即ち、一般的に粒子系は広い領域に表されるものであるため、影の当たる場所を特定するのが困難である。更に影の当たる場所を特定できたとしても、影の当たる場所が傾斜していたり、隆起や陥没しているといった場合には、影を反映させるためのレンダリング処理等において、相当の時間を要するものであった。

【0006】また、上述したモデルの影を表現する方法においても、影の落ちる場所は、サッカー場や野球場、建物内といった平らな場所であり、岩山や砂利道といった場所の上に表現されるものではなかった。更に、モデルの影を表現する場合、1つのモデルに対して1つの影を表現する必要があるが、この影は通常 α 合成（透明度を用いた色合成）を行って描画される。このため、複数のモデルが重なった場合には、それぞれのモデルの影が α 合成され、重なっている部分の影が濃く表現されてしまうという問題がある。

【0007】本発明の課題は、地形の形状に関わらず、影を容易に表現することであり、また、モデル等の重なる影をも矛盾無く表現することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項1記載の発明は、プロセッサによる演算・制御により、システムに対して、所与の視点に基づく仮想空間の画像を生成して所与のゲームを実行させるためのゲーム情報（例えば、図12のゲームプログラム41

0）であって、前記仮想空間に設定される地形領域上及び／又は上空に配置される所与のオブジェクトの分布を表した平面情報（例えば、図12の雲分布マップデータ430）を生成する生成手段と、前記平面情報に基づいて、前記所与のオブジェクトの影を前記地形領域に反映させる反映手段（例えば、図12の雲影反映部321）と、を前記システムに機能させるための情報（例えば、図12の雲影表現プログラム411）を含むことを特徴とする。

【0009】請求項9記載の発明は、所与の視点に基づく仮想空間の画像を生成して所与のゲームを実行するゲームシステム（例えば、図12のゲーム装置10）であって、前記仮想空間に設定される地形領域上及び／又は上空に配置される所与のオブジェクトの分布を表した平面情報（例えば、図12の雲分布マップデータ430）を生成する生成手段と、前記平面情報に基づいて、前記所与のオブジェクトの影を前記地形領域に反映させる反映手段（例えば、図12の雲影反映部321）と、を備えることを特徴とする。

【0010】この請求項1または9記載の発明によれば、平面情報には、地形領域上及び／又は上空に配置されるオブジェクトの分布が表され、これに基づいて、地形領域にオブジェクトの影が反映される。このため、どのような地形領域に対しても、オブジェクトの影を容易に反映させることができる。

【0011】即ち、隆起しているのか、窪んでいるのか、傾斜しているのかといった地形の形状に関わらず、その地形領域上及び／又は上空に配置されるオブジェクトの分布が、二次元的な平面に係る情報として生成される。このため、この平面情報を、例えば、平行投影することにより、どのような地形形状であっても、容易にオブジェクトの影を表現することが可能となる。

【0012】また、オブジェクト1つ1つについて、地形領域に影付けを行うのではなく、平面情報に基づいて1回で影付けを行うことができる。即ち、オブジェクト1つ1つの影を反映させることによって、影の重なり部分が濃くなるといった矛盾を回避することができる。

【0013】また、所与のオブジェクトとしては、粒子系の他、キャラクタ等のモデルであってもよいことは勿論であるが、請求項2または10記載の発明のように所与のオブジェクトを特定することとしてもよい。

【0014】即ち、請求項2記載の発明のように、請求項1記載のゲーム情報において、前記所与のオブジェクトは雲状オブジェクトであり、前記平面情報に基づいて、前記地形領域の上空に雲状オブジェクトを配置する配置手段（例えば、図12の雲配置部314）、を前記システムに機能させるための情報を含むこととしてもよい。

【0015】また、請求項10記載の発明のように、請求項9記載のゲームシステムにおいて、前記所与のオブ

10

20

30

40

50

ジェクトは雲状オブジェクトであり、前記平面情報に基づいて、前記地形領域の上空に雲状オブジェクトを配置する配置手段（例えば、図12の雲配置部314）、を備えるよう構成してもよい。

【0016】ここで雲状オブジェクトとは、例えば「雲」や「煙」といった、一定の範囲に纏まって表現される粒子系を表すためのオブジェクトのことである。

【0017】この請求項2または10記載の発明によれば、所与のオブジェクトを雲状オブジェクトとすることができる他、次のような効果がある。即ち、平面情報に基づいて、①地形領域上空に雲状オブジェクトを配置できるとともに、②雲状オブジェクトの影を地形領域に反映させることができる。即ち、上空に配置される雲状オブジェクトの形状に則した影が、地形領域上に表される。従って、例えば、晴天時にぽっかりと浮かんでいる雲を、仮想空間上空から俯瞰した場合、雲の形状と、地形領域上の雲の影の形状とが同じに表現されるため、雲状オブジェクトといった粒子系に対する影を、よりリアルスティックに、かつ簡単に表現することができる。

【0018】また、請求項3記載の発明のように、請求項1または2に記載のゲーム情報において、前記地形領域の所与の二次元平面（例えば仮想空間における水平面）を、単位領域（例えば仮想空間の水平方向における10m×10m毎）で区分する手段、を前記システムに機能させるための情報と、前記生成手段が、前記平面情報に、少なくとも、前記各単位領域に対応する前記地形領域上及び／又は上空における、前記所与のオブジェクトの存否を示す情報（例えば、存在するか否かを1/0のデジタル的な数値として表したり、存在度合を1～0のアナログ的な数値（例えば、透明度）として表した情報）を含めて生成するための情報と、前記反映手段が、前記単位領域毎に、当該単位領域に対応する地形領域上に前記所与のオブジェクトの影を反映させるための情報と、を含むこととしてもよい。

【0019】また、請求項4記載の発明のように、請求項1または2に記載のゲーム情報において、前記地形領域の所与の二次元平面（例えば、仮想空間における水平面）に、各格子点の高さ情報（例えば、仮想空間における標高）を有する二次元格子を割り当てる割り当て手段を前記システムに機能させるための情報と、前記二次元格子の内、前記地形領域に割り当てられた各格子点の座標を結ぶことにより、前記地形領域内の地形を形成する地形形成手段を前記システムに機能させるための情報と、前記生成手段が、前記平面情報に、少なくとも、前記二次元格子の各格子に対応する前記地形領域上及び／又は上空における、前記所与のオブジェクトの存否を示す情報（例えば、存在するか否かを1/0のデジタル的な数値として表したり、存在度合を1～0のアナログ的な数値（例えば、透明度）として表した情報）を含めて生成するための情報と、前記反映手段が、前記二次元格子の各

格子毎に、当該格子に対応する地形領域上に前記所与のオブジェクトの影を反映させるための情報と、を含むこととしてもよい。

【0020】この請求項3または4記載の発明によれば、所与のオブジェクトの影をより一層簡単に表現することが可能となる。即ち、単位領域（請求項3）あるいは格子（請求項4）毎に、所与のオブジェクトの存否に係る情報が平面情報に含まれる。従って、所与のオブジェクトの影を地形領域上に反映させる際、単位領域あるいは格子毎に、影を反映させるか否かを決定することができる。また、影を反映させるか否かのみならず、反映させる場合には、当該単位領域あるいは格子に対応する地形領域上に所与の色付けを行うといった処理もでき、オブジェクトの影をより一層簡単に表現することができる。

【0021】また、請求項3記載の発明によれば、地形領域を単位領域毎に区分した上で、平面情報を生成することができるため、地形領域がどのような形状をしているかを考慮せずに、オブジェクトの影を生成することができる。また、請求項4記載の発明によれば、請求項3記載の単位領域が格子に該当するため、請求項3記載の発明の効果を具備する上、二次元格子によって地形領域の地形をも形成するため、画像生成全体に係る処理を合理的かつ効率的に行うことができる。

【0022】また、請求項5記載の発明のゲーム情報のように、請求項1～4のいずれかに記載のゲーム情報において、前記反映手段が、前記所与のオブジェクトの影を反映させる前記地形領域上の位置を、所与の光源に基づいて決定するための情報を含むこととしてもよい。

【0023】この請求項5記載の発明によれば、仮想空間内に設定される光源に則した、適切な位置に、所与のオブジェクトの影を反映させることができる。例えば、仮想空間の上空にぽっかりと浮かんだ雲の影を地形領域上に反映させる場合、太陽の位置によって、雲の影の位置が変化する。平面情報には、地形領域上空に存する雲（所与のオブジェクト）の存否が表されてはいるが、その存在位置のみであるため、この請求項5記載の発明によって、光源に則した、適切な位置に所与のオブジェクトの影を反映させることができる。

【0024】請求項6記載の発明は、プロセッサによる演算・制御により、システムに対して、所与の視点に基づく仮想空間の画像を生成して所与のゲームを実行させるためのゲーム情報であって、少なくとも前記仮想空間に設定される地形領域上及び／又は上空に配置される所与のオブジェクトの影を、当該オブジェクトの配置位置に関連づけて表した平面情報を生成する生成手段と、前記平面情報に基づいて、前記所与のオブジェクトの影を前記地形領域に反映させる反映手段と、を前記システムに機能させるための情報を含むことを特徴とする。

【0025】請求項11記載の発明は、所与の視点に基

10

20

30

40

50

づく仮想空間の画像を生成して所与のゲームを実行するゲームシステムであって、少なくとも前記仮想空間に設定される地形領域上及び／又は上空に配置される所与のオブジェクトの影を、当該オブジェクトの配置位置に関連づけて表した平面情報を生成する生成手段と、前記平面情報に基づいて、前記所与のオブジェクトの影を前記地形領域に反映させる反映手段と、を備えることを特徴とする。

【0026】この請求項6又は11記載の発明によれば、平面情報に、地形領域上及び／又は上空に配置されるオブジェクトの影が、オブジェクトの配置位置と関連づけて表され、これに基づいて、地形領域にオブジェクトの影が反映される。このため、どのような地形領域に対しても、オブジェクトの影を容易に反映させることができる。

【0027】即ち、隆起しているのか、窪んでいるのか、傾斜しているのかといった地形の形状に関わらず、その地形領域上及び／又は上空に配置されるオブジェクトの影が、配置位置と関連づけた二次元的な平面に係る情報として生成される。このため、この平面情報を、例えば、平行投影することにより、どのような地形形状であっても、容易にオブジェクトの影を表現することが可能である。

【0028】また、オブジェクト1つ1つについて、地形領域に影付けを行うのではなく、平面情報に基づいて1回で影付けを行うことができる。即ち、オブジェクト1つ1つの影を反映させることによって、影の重なり部分が濃くなるといった矛盾を回避することができる。

【0029】また、請求項7記載の発明のように、請求項6記載のゲーム情報において、前記生成手段が、所与の光源に基づいて、前記所与のオブジェクトの影を表した平面情報を生成するための情報を含むようにしてもよい。

【0030】この請求項7記載の発明によれば、平面情報に表されるオブジェクトの影は、仮想空間に設定される光源に基づくことになる。従って、例えば、オブジェクトがサッカー選手に係るモデルであって、地形領域がサッカーフィールドであり、ナイターの試合の画像を生成する場合には、複数の光源が設定され得る。この場合、複数の光源からの影を、平面情報に表すことによって、各光源の光線方向に対する影を矛盾なく表現することができる。また、面光源等によって発生する本影と半影といった影の違いについても矛盾なく表現することができる。

【0031】また、請求項8記載の発明のように、請求項1から7のいずれか記載のゲーム情報を記憶する情報記憶媒体を構成することとしてもよい。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、図を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。尚、以下においては、飛行機

ゲームを例に説明を行うが、本発明の適用は、これに限定されないことは勿論である。また、「雲」を対象に、その影の表現方法について説明を行うが、例えば「煙」や「もや」といった、そのあり方を雲と同じくするオブジェクトについても、勿論同様のことが可能である。

【0033】図1は、本発明を家庭用のゲーム装置に適用した一例を示す図である。ゲーム実行中、ディスプレイ1200上には、飛行機の操縦席に設定される視点に基づいたゲーム空間内の様子（ゲーム画面）が表示される。同図において、プレーヤは、ディスプレイ1200に映し出されたゲーム画像を見ながら、ゲームコントローラ1202、1204を用いて飛行機を操作することにより、飛行機ゲームを楽しむ。この場合、ゲームプログラム410等のゲームを行うために必要な情報は、本体装置に着脱自在な情報記憶媒体であるCD-ROM（或いはDVD-ROM）1206、ICカード、或いはメモ리카ード1208、1209等に格納されている。

【0034】尚、ここで飛行機を操作するとは、ゲーム空間内に仮想的に配置される飛行機が移動する方向や速度等を指示することを意味する。ゲーム空間とは、ワールド座標系、即ちXYZ直交座標系で表現される仮想三次元空間のことである。そして、以下の説明においては、特に断らない限り、座標値はワールド座標系で表されているものとする。また、説明の簡明のために、ゲーム画面においては、自機に係るオブジェクト、例えば操縦室内の様子や窓ガラスといったものは特に考慮せず、操縦席より見た様子（視点から見た地形）のみ表示されるものとする。

【0035】先ず、本実施の形態の原理について、説明する。図2は、ゲーム空間における地形と、雲との関係を示す概略図である。同図に示すように、地形マップ20の上空には、雲を表すオブジェクト（雲オブジェクト31）が配置される。

【0036】この地形マップ20とは、詳細は後述するが、地平面に二次元格子を割り当て、各格子点について得られる標高値をつなぎ合わせてポリゴンを形成することにより、地形を三次元的に表現するものである。図2においては、地形マップ20に、256×256格子の密度で二次元格子が割り当てられている様子が示されている。

【0037】また、雲オブジェクト31とは、地形マップ20と同サイズの1枚の板状オブジェクトに、雲を表すテクスチャ（以下、雲分布マップ30という）をマッピングすることにより構成されるものである。そして、この雲オブジェクト31は、地平面上空の所定の高度で、該地平面と平行となるように、配置される。

【0038】雲オブジェクト31にマッピングされる雲分布マップ30は、RGB値を有さず、 α 値（本実施形態においては、不透明度を表すものとする）のみを有す

るテクスチャ（以下、 α テクスチャという）である。そして、各テクセル毎に、雲のあり／なしに応じて設定される α 値により、雲の分布を表現する。具体的には、各テクセル毎に、雲がある部分については“0”より大きく“1”以下の値が、また、雲がない部分については“0”が、それぞれ α 値として設定される。そして、描画の際には、雲を表現するRGB値、即ち‘白色’を表す（255, 255, 255）が与えられることにより、雲を表現することになる。

【0039】尚、図2においては、雲の分布を視覚的に把握し易くするために、 α 値を“1”或いは“0”として設定し、 α 値が“1”に設定されているテクセル（雲がある部分）を“黒”で、また、 α 値が“0”に設定されているテクセル（雲がない部分）を“白”で、それぞれ示している。また、雲分布マップ30は、地形マップ20に割り当てられる二次元格子の密度と等しい解像度、即ち256×256テクセルの解像度で構成される。

【0040】ところで、地形マップ20と雲分布マップ30は等しい密度（解像度）、即ち256×256（格子或いはテクセル）で構成される。このため、地形マップ20を構成する格子と、雲分布マップ30を構成するテクセルとは、1対1で対応することになる。

【0041】詳細にいうと、雲分布マップ30を構成するテクセルの、鉛直下方向に存在する地形マップ20の格子が、該テクセルに対応する格子である。また逆に、地形マップ20を構成する格子の、垂直上方向に存在する雲分布マップ30のテクセルが、該格子に対応するテクセルである、ということもできる。

【0042】このように、雲分布マップ30を構成するテクセルと、地形マップ20を構成する格子とは、1対1に対応するため、ある格子或いはテクセルを指定すると、その存在位置関係により、直ちに対応するテクセル或いは格子を特定することができる。

【0043】次に、地形上に表現される雲影について、説明する。本発明では、雲分布マップ30に基づき、雲の分布の様子、即ち雲のあり／なしをそのまま地形マップ20に反映することにより、地形上に雲影を表現する。具体的には、各テクセルのあり／なし、即ち α 値に応じて、対応する格子における雲影を表現する／しないを決定する。また逆に、各格子において雲影が表現される／されないは、対応するテクセルの雲のあり／なし、即ち α 値により決定される、ということもできる。

【0044】このように、雲分布マップ30を構成するテクセルと、地形マップ20を構成する格子とは1対1に対応しているため、地形上には、雲オブジェクトを平行投影することにより生成される雲影が表現されることになる。

【0045】また、各格子における雲影の表現は、具体的には以下のように行われる。描画の際に、地形マップ

20の各格子において、この格子が有するRGB値と、雲影の色を表すRGB値、即ち‘黒色’を表す（0, 0, 0）とを、該格子に対応する雲分布マップ30のテクセルに設定されている α 値に基づき、 α 合成する。そして、この合成結果を、格子全体に係る色情報（RGB値）とする。

【0046】即ち、 α 値が“1”に設定されているテクセル（雲がある部分）については、対応する格子のRGB値は、雲影の色を表すRGB値、即ち‘黒色’を表す（0, 0, 0）に更新される。また、 α 値が“0”に設定されているテクセル（雲がない部分）については、対応する格子のRGB値は、特に変化しない。このように、 α 値が“1”に設定されているテクセル、即ち雲がある部分についてのみ、対応する格子のRGB値が、‘黒色’を表す（0, 0, 0）に更新され、雲影が表現されることになる。また、例えば、 α 値が“0.8”に設定されているテクセル（雲がある部分）については、対応する格子に予め設定されたRGB値（R, G, B）×（1 - 0.8）と、雲影の色を表すRGB値（0, 0, 0）×0.8との和になる。即ち、地形の色を僅かに残した色の雲影が表現されることになる。

【0047】以上のように、雲分布マップ30を構成するテクセル毎に、地形に雲影を表現する／しないを決定するため、例えば隆起といった地形の形状に関わらず、雲影が表現される位置を容易に特定し、雲影を表現することができる。また、雲分布マップ30に設定されている α 値に基づき、雲影の表現を行うので、雲の形状と同一形状の雲影を、地形上に表現することができる。

【0048】ところで、ゲーム実行中においては、オブジェクト等を構成する個々のポリゴンについて透視投影変換処理を施し、ゲーム画像を生成する。このため、視点より一定距離以上遠方に存在するオブジェクトの描画を省略することにより、描画に係る処理負担を軽減する場合がある。本実施形態における飛行機ゲームにあっては、視点がゲーム空間内を自由に移動するものであるため、この描画領域を特定することは、処理時間の制約上、重要である。従って本実施形態においては、視点を中心とした一定領域（以下、対象領域という）について、地形マップに基づく地形の形成を行い、描画することとする。

【0049】図3は、地形マップ20に対象領域40が設定された様子を示す図である。この対象領域40は、ゲーム空間中に設定される仮想カメラ41（以下、視点41という）の位置に基づいて特定される、所定サイズの領域である。同図において、対象領域40は、視点41（詳細には、視点41の高さを“0”として地平面に表した場合の位置であり、以下、視点地平面位置と呼ぶ）を中心とする、64×64格子により構成されている。

【0050】また、地形マップ20を構成する格子と、

10

20

30

40

50

雲分布マップ30を構成するテクセルとは、1対1で対応している。このため、対象領域40を特定すると、直ちに、該対象領域40に対応する雲分布マップ30の範囲、即ち、 64×64 テクセルで構成される雲分布マップの範囲を特定することができる。以下、この特定される範囲の雲分布マップを、雲テクスチャ50という。勿論、この雲テクスチャ50は、対象領域40を構成する格子それぞれに対応するテクセルにより構成されるテクスチャである。即ち、雲テクスチャ50は、対象領域40上空に位置し、且つ該対象領域40と同サイズのテクスチャであるといえる。

【0051】次に、地形マップ20、雲分布マップ30、対象領域40、及び雲テクスチャ50について、その詳細を説明する。

【0052】先ず、ゲーム空間における三次元地形の表現について、説明する。本実施形態における三次元地形の表現方法は、ランドスケープを表現するための手法として知られているものである。この手法は、地平面に対して、所与の間隔を持った格子を割り当てるとともに、二次元格子の各格子点に標高データを与えることにより、より少ないデータで、三次元地形を表現するものである。

【0053】即ち、各格子点に与えられる標高点（以下、ポリゴン頂点という）をつなぎ合わせることでポリゴンを形成し、三次元地形を表現する。このポリゴンは、それぞれのポリゴン頂点の標高差に応じて三次元的に傾きを有する平面を形成するため、これらのポリゴンにより、三次元的に地形を表現することができる。また、各格子点は規則的に配列されているため、三次元地形を表現する為に必要なデータは、ポリゴン頂点の標高データのみである。

【0054】図4は、上記手法により表現される三次元地形の一例を示す図である。図4において、地平面（X-Z平面）上には、X軸及びZ軸方向に沿ってそれぞれ一定の間隔Wで区切ることで、二次元格子が割り当てられている。そして、各格子点に対応するポリゴン頂点Qにより形成されるポリゴンによって、三次元地形が表現されている。

【0055】図5は、地形マップ20の一例を示す図である。図5においては、 256×256 格子の密度で二次元格子が割り当てられている地形マップ20を、Y軸方向より見た様子が示されている。図5に示すように、地平面（X-Z平面）上の、座標点A1[0, 0, 0]、A2[L, 0, 0]、A3[L, 0, L]、A4[0, 0, L]を頂点とする正方形領域には、一辺の長さがW（ $=L/256$ ）である複数の格子Rにより、構成されている。

【0056】そして、原点Oを格子点 $P_{0,0}$ とし、ここからX軸方向にn番目、且つZ軸方向にm番目に存する格子点Pを、 $P_{n,m}$ と表記し、格子点 $P_{n,m}$ に対応するポリゴン頂点Qを、 $Q_{n,m}$ と表記する。また、それぞれの格子

点 $P_{n,m}$ の標高値を、 $h_{n,m}$ と表記する。但し、 $n, m = 0, 1, \dots, 256$ 、である。また、座標点A1（原点O）より、X軸方向にN番目、且つZ軸方向にM番目に存する格子を、 $R_{N,M}$ と表記する。即ち、格子点 $P_{n-1,m-1}$ 、 $P_{n-1,m}$ 、 $P_{n,m}$ 、 $P_{n+1,m}$ で囲まれる格子Rが、 $R_{N,M}$ となる。但し、 $N, M = 1, 2, \dots, 256$ 、である。

【0057】次に、地形データの構造について、説明する。図6は、地形データの一例を示す図である。図6においては、図5に示す地形マップ20を表現するための地形データが示されている。図6に示すように、地形データには、地平面（X-Z平面）に形成される格子点 $P_{n,m}$ 毎に、この格子点 $P_{n,m}$ の標高値 $h_{n,m}$ が記憶される。

【0058】即ち、この地形データにより、三次元地形を表現するためのポリゴン頂点 $Q_{n,m}$ の座標値[x, y, z]が、以下のように与えられることになる。

$$x = nW$$

$$y = h_{n,m}$$

$$z = mW$$

【0059】このように、地形データに基づいて与えられるポリゴン頂点 $Q_{n,m}$ をつなぎ合わせることでポリゴンが形成され、地形マップ20における地形が表現されることになる。

【0060】図7は、雲分布マップ30の一例を示す図である。図7においては、図5に示す地形マップ20に対応する雲分布マップ30が示されている。図7に示すように、雲分布マップ30は、図中縦方向（M方向）、及び横方向（N方向）にそれぞれ256テクセル、即ち 256×256 テクセルの解像度で構成されるテクスチャである。そして、図中左上のテクセルTを $T_{1,1}$ とし、横方向（N方向）にN番目、且つ縦方向（M方向）にM番目に存するテクセルTを、 $T_{N,M}$ と表記する。但し、 $N, M = 1, 2, \dots, 256$ 、である。また、この雲分布マップ30におけるテクセル $T_{N,M}$ は、図5に示す地形マップ20の二次元格子 $R_{N,M}$ に、それぞれ対応する。

【0061】また、雲分布マップ30は、上述のように、RGB値を有さず、 α 値のみを有する α テクスチャである。そして、各テクセルTに設定される α 値は、分布されている雲の濃さ（雲のあり／なし）を表すものであり、“0”から“1”の何れかの値が設定される。具体的には、雲がない部分には“0”が、また、分布されている雲が濃くなるほど“1”に近づく値が、 α 値に設定される。

【0062】即ち、雲分布マップ30は、各テクセルTに設定される α 値により、対応する地形マップ20における雲の分布（雲のあり／なし）を表現するものである。また、描画の際には、基本的に、雲を表現するRGB値、即ち‘白色’を表す（255, 255, 255）が与えられることにより、雲を表現することになる。

10

20

30

40

50

【0063】次に、地形マップ20における対象領域40の設定について、説明する。ゲーム実行中、1フレーム毎に、ゲーム空間における自機の配置位置（プレイヤーの操作指示に基づいて決定される）に基づき、視点Fが決定される。この視点Fの座標値を、 $[F_x, F_y, F_z]$ とする。すると、図8(a)に示すように、視点Fの高さ F_y を“0”として表した場合の視点の位置、即ち視点地平面位置 F' の座標値は、 $[F_x, 0, F_z]$ となる。

【0064】次いで、図8(b)に示すように、地形マップ20において、視点地平面位置 F' に最も近い格子点 P_w を、領域中心 F_r とする。即ち、領域中心 F_r に該当する格子点 P_w の座標値 $[x, y, z]$ は、以下のようになる。

$$x = uW$$

$$y = 0$$

$$z = vW$$

このように決定される領域中心 F_r （格子点 P_w ）を中心として、地形マップ20における対象領域40が設定される。

【0065】図9は、対象領域40の一例を示す図である。図9においては、図5に示す地形マップ20において、格子点 P_w を領域中心 F_r として設定される対象領域40が示されている。図9に示すように、対象領域40は、図中縦方向（Z軸方向）、及び横方向（X軸方向）にそれぞれ64格子、即ち 64×64 格子の密度で、格子 R_m により構成される正方形領域である。但し、 $N = u - 31, u - 30, \dots, u + 32$ 、であり、また、 $M = v - 31, v - 30, \dots, v + 32$ 、である。また、格子点 $P_{u-32, v-32}$ 、 $P_{u+32, v-32}$ 、 $P_{u-32, v+32}$ 、 $P_{u+32, v+32}$ を、それぞれ、対象領域の頂点B1、B2、B3、B4とする。

【0066】このように、視点Fに基づく対象領域40が設定されると、次いで、地形データ（図6参照）より、対象領域40に含まれる格子点 P_m の標高値 h_m 、即ちポリゴン頂点 Q_m の座標値が与えられる。そして、これらのポリゴン頂点 Q_m をつなぎ合わせることでポリゴンが形成され、対象領域40に対して、三次元地形が形成される。即ち、ゲーム中においては、1フレーム毎に、視点Fに基づいて設定される対象領域40のみ、三次元地形が形成されることになる。

【0067】次いで、形成された三次元地形に対して、該当する地形テクスチャのマッピングが行われる。即ち、三次元地形には、該当する地形テクスチャに基づく着色が行われ、“陸地”や“海”、“森”といった地形が表現されることになる。

【0068】また、対象領域40が設定されると、この対象領域40に対応する雲分布マップの範囲、即ち雲テクスチャ50が特定される。

【0069】図10は、雲テクスチャ50の一例を示す図である。図10においては、図9に示す対象領域40

に対応する雲テクスチャ50が示されている。図10に示すように、雲テクスチャ50は、図中縦方向（M方向）、及び横方向（N方向）にそれぞれ64テクセル、即ち 64×64 テクセルの解像度で、テクセル T_m により構成されるテクスチャである。但し、 $N = u - 31, u - 30, \dots, u + 32$ 、であり、また、 $M = v - 31, v - 30, \dots, v + 32$ 、である。

【0070】そして、雲テクスチャ50を構成するテクセル T_m は、それぞれ、図9に示す対象領域40の格子 R_m に対応する。また、雲テクスチャ50の頂点C1～C4は、それぞれ、図9に示す対象領域40の頂点B1～B4に対応する。

【0071】このように、対象領域40に対応する雲テクスチャ50が特定されると、対象領域40に対して雲が配置されるとともに、地形上に雲影が表現される。

【0072】具体的には、対象領域40の上空の所定高度に、雲テクスチャ50がマッピングされた雲オブジェクト31が配置される。即ち、ゲーム中においては、視点Fに基づいて設定される対象領域40にのみ、雲（雲オブジェクト31）が配置されることになる。尚、雲オブジェクト31の描画の際には、雲を表現するRGB値、即ち‘白色’を表す（255, 255, 255）が与えられることにより、雲が表現される。

【0073】また、対象領域40に形成された地形に対して、雲テクスチャ50がマッピングされる。その際には、雲テクスチャ50の頂点C1～C4を、それぞれ、対象領域40の頂点B1～B4、即ち、ポリゴン頂点 $Q_{u-32, v-32}$ 、 $Q_{u+32, v-32}$ 、 $Q_{u-32, v+32}$ 、 $Q_{u+32, v+32}$ に与えることにより、マッピングが行われる。このことにより、対象領域40に形成された地形に、雲影が表現されることになる。また、地形の描画の際には、雲影を表現するRGB値、即ち‘黒色’を表す（0, 0, 0）が与えられることにより、雲影が表現される。

【0074】尚、地形の描画（雲影の表現）を行う際に、雲テクスチャ50を構成する各テクセル T_m に設定されている α 値に、所定の係数を掛け合わせることでよい。例えば所定の係数として“0.8”を掛け合わせることで、雲影に係る α 値（不透明度）を減少させ、雲影が表現される部分の地形の色（例えば、海の‘青色’や陸地の‘緑色’など）を反映させた雲影を表現することができる。

【0075】以上説明したように、地形マップ20を構成する格子Rと、雲分布マップ30を構成するテクセルTとは、1対1に対応する。このため、対象領域40を設定すると、該対象領域40に対応する範囲の雲分布マップ30、即ち雲テクスチャ50を容易に決定することができる。そのため、特定された雲テクスチャ50より、対象領域40における雲の配置、及び雲影の表現を容易に行うことができる。

【0076】図11に、本発明を適用したゲーム画像の

一例を示す。図11(a)は、三次元地形に、雲テクスチャをマッピングしなかった場合のゲーム画像を示す図である。図11(b)は、三次元地形に、雲テクスチャをマッピングした場合のゲーム画像を示す図である。即ち、同図(b)において、水平線付近(画面中央付近)において、'黒色'で着色された部分が、雲テクスチャにより表現された雲影である。

【0077】尚、地形に対する雲テクスチャ50のマッピングにおいては、上述した通り、 α 値に基づく α 合成がなされる。

【0078】例えば、 α 合成が α ブレンディングである場合、地形のRGB成分(R , G , B)は、以下のよう

$$R = \alpha \times R_s + (1 - \alpha) \times R_t$$

$$G = \alpha \times G_s + (1 - \alpha) \times G_t$$

$$B = \alpha \times B_s + (1 - \alpha) \times B_t$$

但し、 R_t , G_t , B_t は、地形にマッピングされる地形テクスチャのRGB成分(R_t , G_t , B_t)であり、また、 R_s , G_s , B_s は、雲影の色を表すRGB成分(R_s , G_s , B_s)、即ち'黒色'を表す(0, 0, 0)である。また、 α は、雲テクスチャ50に設定される α 値である。

【0079】即ち、雲の濃さに応じて、地形に表現される雲影の濃さを変化させることができる。例えば、雲が薄い部分については、雲テクスチャ50の α 値は低く(“0”に近い値)設定されているので、上記 α ブレンディングにより得られるRGB値は、地形テクスチャのRGB値をより反映した値となる。

【0080】尚、既に地形テクスチャがマッピングされた地形に対する雲テクスチャのマッピングを、雲テクスチャ50に設定される α 値に基づく α 合成により実行することとしたが、地形テクスチャがマッピングされた地形に、雲テクスチャを重ね描きすることとしてもよい。即ち、この場合には、雲影が表現される部分については、地形テクスチャのRGB値が反映されず、雲影の色('黒色')のみが与えられることになる。

【0081】以上のように、本来は雲の分布を表現するために用意される雲分布マップ30を利用することにより、雲の分布を表現するとともに、この雲の分布に応じた雲影の表現を容易に実現することができる。更に、1フレーム毎に、視点Fの位置に基づいて対象領域40を決定し、雲テクスチャ50を特定するので、例えば雲の分布が時間的に変化する場合においても、その変化に応じた雲影の表現を実現することができる。

【0082】図12は、本発明のゲーム装置10の機能ブロックの一例を示す図である。図12において、機能ブロックは、操作部100、表示部200、処理部300、及び記憶部400により構成される。

【0083】操作部100は、プレーヤが操作データを入力するためのものであり、その機能は、レバー、ボタン、筐体などのハードウェアにより実現できる。また、

そのボタン押下等の操作がされた場合には、その操作信号を処理部300に出力する。また、操作部100は、図1のゲームコントローラ1202、1204に相当する。

【0084】表示部200は、画像生成部320により生成されたゲーム画像を表示する。プレーヤは、表示部200に表示されるゲーム画面、例えば図11(b)に示すゲーム画面等を見ながら、操作部100より、ゲーム進行に応じた操作データ(指示、選択)等を入力する。また、表示部200の機能は、図1のディスプレイ1200に相当する。

【0085】処理部300は、ゲーム装置10全体の制御、ゲーム装置10内の各機能部への命令、ゲーム進行処理、画像処理、音処理等の各種処理を行うものであり、その機能は、各種プロセッサ(CPU、DSP等)、或いはASIC(ゲートアレイ等)等のハードウェアや、所与のプログラムにより実現できる。また、処理部300には、ゲーム演算部310と、画像生成部320と、が含まれる。

【0086】ゲーム演算部310は、ワールド座標系で表されるゲーム空間(仮想三次元空間)の構築処理、操作部100からの操作信号や記憶部400から読み出すゲームプログラム410等に基づき、ゲーム空間における自機(プレーヤの操作対象となる飛行機である)や敵機の配置位置及びその向きを決定する処理、自機や敵機が発射するミサイルのヒットチェックといった処理を実行する。

【0087】また、ゲーム演算部310には、視点設定部311と、対象領域設定部312と、地形形成部313と、雲配置部314と、が含まれる。

【0088】視点設定部311は、自機の配置位置及びその向きに基づき、ゲーム空間に視点Fの位置及びその向きを設定する処理を行う。対象領域設定部312は、1フレーム毎に、視点設定部311により設定された視点Fに基づいて、視点地平面位置F'を求め、対象領域40を決定する処理を行う。地形形成部313は、地形データ420に基づき、対象領域設定部312により設定された対象領域40に、三次元地形を形成する処理を行う。雲配置部314は、対象領域設定部312により設定された対象領域40に、対応する雲テクスチャ50を特定し、対象領域40の所定高度の上空に、該特定した雲テクスチャ50をマッピングした雲オブジェクト31を配置する処理を行う。

【0089】画像生成部320は、ゲーム空間を、視点設定部311により設定された視点Fから見たゲーム画像を生成する処理を行う。具体的には、前方・後方クリッピングにより視野(ビューボリューム)を設定するクリッピング処理、各ポリゴン頂点の座標値等を視点座標系に変換する座標変換処理、視点Fや光源の位置に基づくシェーディング処理、隠面(或いは隠線)消去処理等

10

20

30

40

50

のレンダリング処理を実行することにより、ゲーム画像を生成する。また、画像生成部 320 には、雲影反映部 321 が含まれる。

【0090】雲影反映部 321 は、雲影表現プログラム 411 に従って、後述する雲影表現処理を実行し、地形形成部 313 により形成された三次元地形を着色する処理を行う。具体的には、対象領域設定部 312 により設定された対象領域に対応する雲テクスチャ 50 を特定するとともに、特定した雲テクスチャ 50 を、地形形成部 313 により形成された三次元地形にマッピングする。

【0091】記憶部 400 は、ゲームプログラム 410 と、雲影表現プログラム 411 と、地形データ 420 と、雲分布マップデータ 430 と、を記憶する。

【0092】地形データ 420 は、地形マップ 20 を表現するためのデータであって、例えば図 6 に示すように、地平面に形成される格子点 P_m 毎に、この格子点の標高 h_m を記憶するものである。

【0093】雲分布マップデータ 430 は、 α テクスチャである雲分布マップ 30 に係るデータであって、各テクセルに設定される α 値を記憶するものである。上述した通り、雲分布マップ 30 とは、 α 値によって雲のあり／なしを表したものであり、例えば図 11 (c) に示すように、地形マップ 20 全体の雲の分布を示す。図 11 (c) において、白い部分は雲がある部分を、また、黒い部分は雲がない部分を、それぞれ表している。

【0094】次に、ゲーム装置 10 における具体的な処理動作を、図 13 に示すフローチャートを参照して、説明する。

【0095】図 13 は、ゲームプログラム 410 に従い、処理部 300 により実行される処理の一例を説明するフローチャートである。また、この処理は、操作部 100 からの操作信号により、自機の位置及びその向きが決定された後に実行される処理であり、且つ 1 フレーム毎に実行される処理である。

【0096】図 13 において、まず、視点設定部 311 は、ゲーム空間内に配置される自機の位置及びその向きより、視点 F を設定する (ステップ S1)。

【0097】そして、対象領域設定部 312 は、視点設定部 311 により設定された視点 F に基づき、対象領域 40 を決定する (ステップ S2)。具体的には、図 8 (a) に示すように、視点 F の高さを “0” として地平面 (X-Z 平面) に表した視点地平面位置 F' を求める。そして、図 8 (b) に示すように、この視点地平面位置 F' に最も近い格子点 P_m を領域中心 F_c とし、図 9 に示すように、 64×64 格子の密度で構成される対象領域 40 を設定する。

【0098】次いで、地形形成部 313 は、地形データ 420 を参照し、対象領域設定部 312 により設定された対象領域 40 に、三次元地形を形成する (ステップ S3)。具体的には、地形データ 420 を参照し、設定さ

れた対象領域 40 に含まれる格子点 P_m に与えられている標高値 h_m を取得する。そして、取得した標高値 h_m (ポリゴン頂点 Q_m) をつなぎ合わせるることにより、ポリゴンを形成し、対象領域 40 における三次元地形を形成する。

【0099】また、雲配置部 314 は、雲分布マップデータ 430 を参照し、対象領域設定部 312 により設定された対象領域 40 の上空の所定高度に、雲 (雲オブジェクト 31) を配置する (ステップ S4)。

【0100】対象領域 40 に三次元地形が形成され、且つ雲が配置されると、次いで、画像生成部 320 は、設定された視点 F の位置及びその向きに基づき、該視点 F から見たゲーム空間内の画像を生成する (ステップ S5)。この際、雲影反映部 321 が、雲影反映プログラム 420 に従って、雲影表現処理を実行する。具体的には、雲影反映部 321 は、対象領域 40 に対応する範囲の雲分布マップ、即ち図 10 に示すように、雲テクスチャ 50 を特定する。それとともに、対応する地形テクスチャの RGB 値と、雲影を表す RGB 値、即ち、‘黒色’を表す (0, 0, 0) とを、雲テクスチャ 50 に設定されている α 値に基づいて α 合成 (例えば、 α ブレンディング等) することにより、対象領域 40 に形成された三次元地形を着色する。一方、画像生成部 320 は、雲影反映部 321 が特定した雲テクスチャ 50 に、雲を表す RGB 値、即ち ‘白色’ を表す (255, 255, 255) を与えることにより、対象領域 40 上空に配置された雲オブジェクト 31 を着色する。

【0101】その後、処理部 300 は、画像生成部 320 により生成されたゲーム画像を表示部 200 に表示させる。以上の処理を行うことにより、1 フレーム分のゲーム画像を表示すると、処理部 300 は、本処理を終了する。

【0102】次に、ゲーム装置を実現できるハードウェアの構成の一例について図 14 を用いて説明する。同図に示す装置では、CPU 1000、ROM 1002、RAM 1004、情報記憶媒体 1006、音生成 IC 1008、画像生成 IC 1010、I/O ポート 1012、1014 が、システムバス 1016 により相互にデータ入出力可能に接続されている。そして、画像生成 IC 1010 には表示装置 1018 が接続され、音生成 IC 1008 にはスピーカ 1020 が接続され、I/O ポート 1012 にはコントロール装置 1022 が接続され、I/O ポート 1014 には通信装置 1024 が接続されている。

【0103】情報記憶媒体 1006 は、プログラム、表示物を表現するための画像データ、音データ、プレイデータ等が主に格納されるものであり、図 12 の記憶部 400 に相当するものである。例えば家庭用ゲーム装置 (図 1 参照) では、ゲームプログラム 410 等を格納する情報記憶媒体 1006 として CD-ROM、ゲームカセ

10

20

30

40

50

ット、DVD等が用いられ、キャラクタDBを格納する情報記憶媒体1006としてメモリカードなどが用いられる。また、パーソナルコンピュータでは、CD-ROM、DVD、ハードディスクなどが用いられる。また、業務用ゲーム装置では、ROM等のハードディスクが用いられ、この場合には、情報記憶媒体1006はROM1002になる。

【0104】コントロール装置1022は、ゲームコントローラ、操作パネル等に相当するものであり、ユーザがゲーム進行に応じて行う判断の結果を装置本体に入力するための装置である。このコントロール装置1022は、図12の操作部100に相当する。

【0105】情報記憶媒体1006に格納されるプログラムやデータ、ROM1002に格納されるシステムプログラム（装置本体の初期化情報等）、コントロール装置1022によって入力される信号等に従って、CPU1000は、装置全体の制御や各種データ処理を行う。RAM1004は、このCPU1000の作業領域として用いられる記憶手段であり、1フレーム分の画像データやプレイデータが一時的に格納されたり、情報記憶媒体1006やROM1002の所与の内容、或いはCPU1000の演算結果等が格納される。

【0106】更に、この種の装置には音生成IC1008と画像生成IC1010とが設けられていて、ゲーム音やゲーム画像の好適な出力が行えるようになっている。音生成IC1008は、情報記憶媒体1006やROM1002に記憶される情報に基づいて効果音やバックグラウンド音等のゲーム音を生成する集積回路であり、生成されたゲーム音はスピーカ1020によって出力される。また、画像生成IC1010は、RAM1004、ROM1002、情報記憶媒体1006等から送られる画像情報に基づいて表示装置1018に出力するための画素情報を生成する集積回路である。また表示装置1018は、CRTやLCD、TV、プラズマディスプレイ、プロジェクタ等により実現され、図12の表示部200に相当する。

$$CD = (1 - \beta) \times (1 - \gamma) \times CE1 + \beta \times (1 - \gamma) \times CE2 \\ + (1 - \beta) \times \gamma \times CE3 + \beta \times \gamma \times CE4 \quad \cdots (1)$$

【0113】また、図15(b)に示すように、 $\beta = \gamma = 1/2$ となる場合には、内挿される画素Dの色CD ※40

$$CD = (CE1 + CE2 + CE3 + CE4) / 4 \quad \cdots (2)$$

そこで、上式(2)を利用することにより、三次元地形にマッピングする雲テクスチャ50の解像度を上げる、即ちテクセル数を増加させることにする。

【0114】例えば64×64テクセルで構成されている雲テクスチャ50（図10参照）から、256×256テクセルで構成される雲影テクスチャを生成する。即ち、縦方向(M方向)、及び横方向(N方向)に配置されるテクセルTの数が、それぞれ4(=256/64)倍に増加する。従って、一の格子Rに対して、16(=4×4)

※【0107】また通信装置1024は、ゲーム装置内部で利用する各種の情報を外部にやりとりするものであり、他のゲーム装置と接続されてゲームプログラム410に応じた所与の情報を送受したり、所与の通信回線を介してゲームプログラム410等の情報を送受すること等に利用される。

【0108】尚、画像生成IC1010、音生成IC1008等で行われる処理は、CPU1000或いは汎用のDSP等によりソフトウェア的に行ってもよい。この場合には、CPU1000が、処理部300に該当することとなる。

【0109】また、本実施形態においては、本発明を、家庭用ゲーム装置に適用した場合について説明したが、業務用ゲーム装置、携帯用ゲーム装置、パーソナルコンピュータ、携帯端末(携帯電話機を含む)、キオスク端末などに適用することも、勿論可能である。

【0110】尚、本発明は、上記実施の形態の内容に限定されるものではなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

【0111】例えば、対象領域40に形成された三次元地形に、雲テクスチャ50をマッピングする際に、バイリニア・フィルタリングの補間機能を利用することにより、この雲影テクスチャ50の解像度を上げる、即ち、雲テクスチャ50を構成するテクセル数を増加させることもできる。

【0112】バイリニア・フィルタリングについて説明する。図15(a)は、既存の画素(E1、E2、E3、及びE4)と、バイリニア・フィルタリングにより内挿される画素(D)との関係を示す図である。図15(a)に示すように、内挿される画素(サンプリング点)Dの色CDは、Dの周りの画素E1～E4の色を補間した色となる。具体的には、E1～E4の座標とDの座標とに基づき、x軸方向の座標比 $\beta : 1 - \beta$ ($0 \leq \beta \leq 1$)と、y軸方向の座標比 $\gamma : 1 - \gamma$ ($0 \leq \gamma \leq 1$)と、を求める。そして、Dの色CD(バイリニア・フィルタリングでの出力色)は、次式のようになる。

個のテクセルTが対応することになる。

【0115】また、挿入される(増加される)テクセルTの色は、上式(2)に基づき、周囲のテクセルTの色を加重平均することにより、決定される。このことにより、雲影の縁をぼかすことができ、雲影のより現実味のある表現を実現できるといった効果を得ることができる。

【0116】尚、ゲーム装置等の画像生成装置においては、最近隣内挿法や共一次内挿法(バイリニア・フィルタリング)、三次畳み込み内挿法(トライリニア・フィル

タリング)といった内挿画素データ演算処理が、ハードウェアの機能として実現されている場合がある。そのような場合には、この機能を利用することにより、上記処理を容易に実現することが可能となる。

【0117】また、本実施形態においては、地形マップに鉛直方向(Y軸方向)に雲分布マップ30を平行投影することにより雲影を表現することとした(図16における投影方向A)。しかし、投影方向を鉛直方向に限らず、他の方向から投影することとしてもよい。

【0118】具体的には、図16に示す投影方向Bから、雲分布マップ30を投影することとしてもよい。但し、図16に示す通り、上記説明した雲テクスチャ50によって表現される雲とは異なる雲の雲影が、対象領域40に表現されることとなる。従って、①投影方向Bと、地平面(X-Z平面)との成す角度 θ 、或いは②雲を配置する地形マップ20上の高さ(標高)Y_iに応じて、対象領域40に反映する雲分布マップの範囲(雲テクスチャ50)を変更する。このことにより、例えば、朝日や夕日といった際にも、より現実味のある雲影を表現できる。

【0119】また、本発明を、例えばサッカーゲームなどに適用し、フィールド上に存在する選手の影の表現を行うこともできる。

【0120】その際には、フィールドが地形マップ20に、また、フィールドにおける選手の存在位置を示す分布図(例えばサッカーゲームであれば、合計22人の選手の存在位置を示す)が雲分布マップ30に、相当することになる。

【0121】そして、分布図には、各選手のフィールド上の位置に対応する位置に、当該選手の影を表すこととする。より具体的に説明する。各選手は、従来の手法と同様、モデル座標系におけるポリゴンモデルによって表現することとし、ゲーム空間であるワールド座標系には、このモデル座標系から座標変換することによって配置することとする。そして、このモデル座標系におけるポリゴンモデルを所与の方向から投影変換することによって当該選手の影のテクスチャを得る。従来においては、この影のテクスチャをゲーム空間上に α 合成していたが、ここでは、分布図上にマッピングする。この際、 α 合成は行わない。即ち、影のテクスチャを、分布図上に書きすることとする。

【0122】そして、全ての選手の影のテクスチャを分布図上にマッピングした後、分布図を、フィールドにマッピングする。このことにより、複数の選手が交錯し、影が重なる場合においても、重なった部分が濃く表現されるといった矛盾を避けることができる。

【0123】また、ナイターの試合を表現する場合には、複数の光源が設定されるため、各光源に対応する影を複数生成し、分布図上にマッピングすることとしてもよい。また、この手法は選手のみならず、ボール等に対

して適用することも可能であり、また他の如何なるオブジェクトに適用してもよいことは勿論である。

【0124】

【発明の効果】本発明によれば、雲の分布を示す雲分布マップ30を地形マップ20に平行投影することにより、地形上に雲影が表現される。即ち、地形が隆起しているのか、窪んでいるのか、或いは傾斜しているのかといったことに関わらず、容易に雲影の表現を実現することが可能となる。更に、この雲分布マップ30に基づいて、地形マップ20上に雲を配置することにより、配置されている雲の形状をそのまま反映した雲影の表現を実現することが可能となる。また、地形上に複数の雲オブジェクトを配置し、それぞれの雲オブジェクトについて影付けを行う手法とは異なり、地形マップ20全体の雲分布を示す雲分布マップ30に基づき、一回で影付けを行うので、影の重なり部分が濃くなるといった矛盾を回避できるといった効果も得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用したゲーム装置の一例を示す図である。

【図2】地形と雲との関係を示す概略図である。

【図3】地形マップに対象領域を設定した様子を示す図である。

【図4】三次元的に表現される地形の一例を示す図である。

【図5】地形マップの一例を示す図である。

【図6】地形データの一例を示す図である。

【図7】雲分布マップの一例を示す図である。

【図8】視点に基づく領域中心の決定を示す図である。

【図9】対象領域の一例を示す図である。

【図10】雲影テクスチャの一例を示す図である。

【図11】ゲーム画像の一例を示す図である。

【図12】機能ブロックの一例を示す図である。

【図13】雲影表現処理の一例を説明するフローチャートである。

【図14】本発明を実現できるハードウェア構成の一例を示す図である。

【図15】バイリニア・フィルタリングを説明する図である。

【図16】採用する雲分布マップの範囲の変更を説明する図である。

【符号の説明】

10 ゲーム装置

100 操作部

200 表示部

300 処理部

310 ゲーム演算部

311 視点設定部

312 対象領域設定部

313 地形形成部

10

20

30

40

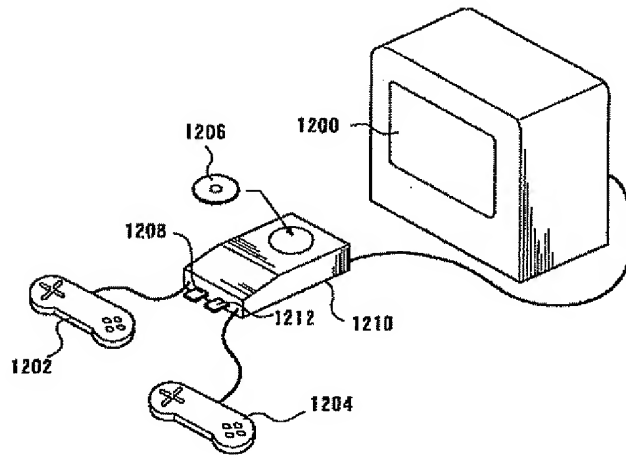
50

314 雲配置部
 320 画像生成部
 321 雲影反映部
 400 記憶部
 410 ゲームプログラム
 411 雲影表現プログラム
 420 地形データ

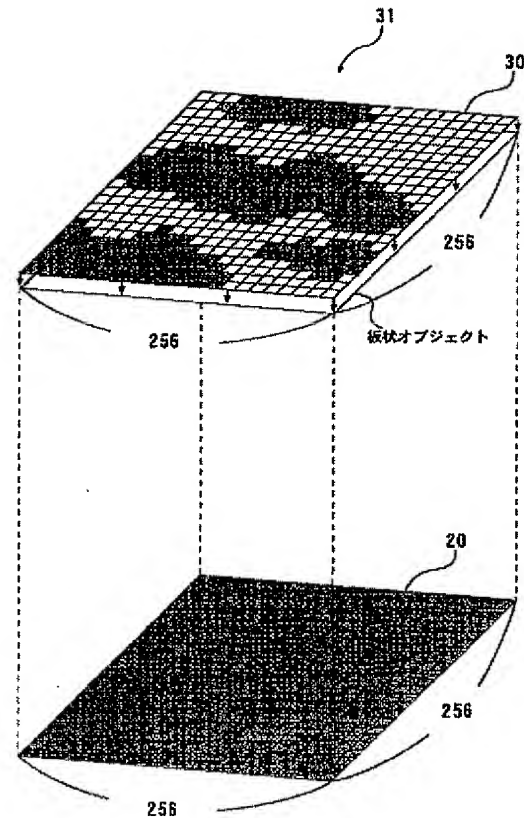
* 430 雲分布マップ
 20 地形マップ
 30 雲分布マップ
 31 雲オブジェクト
 40 対象領域
 50 雲テクスチャ

*

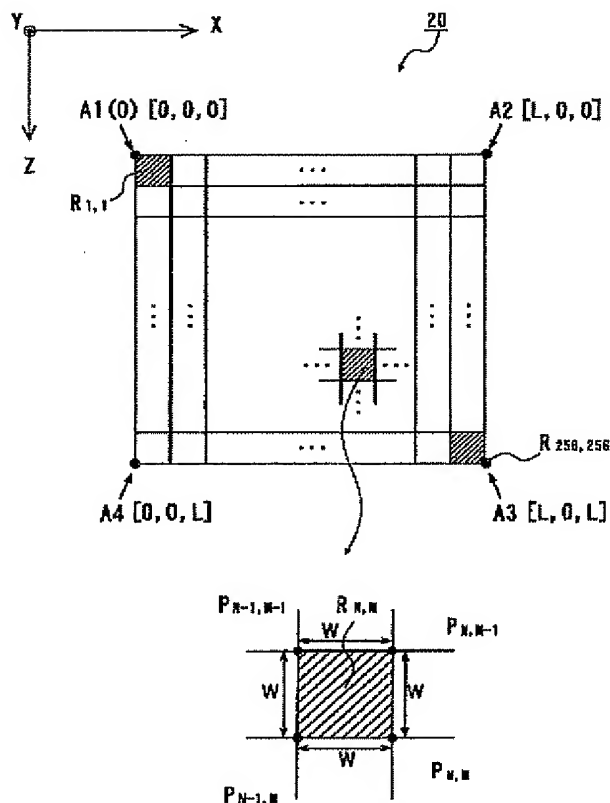
【図1】



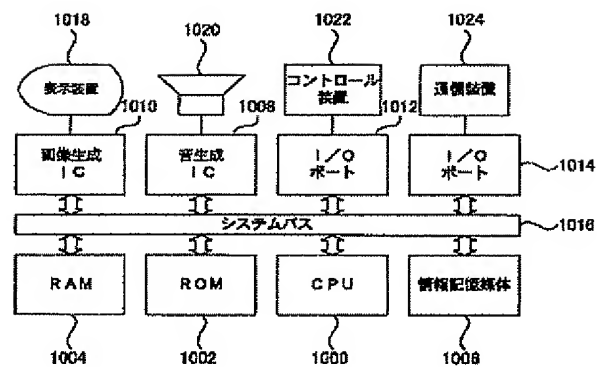
【図2】



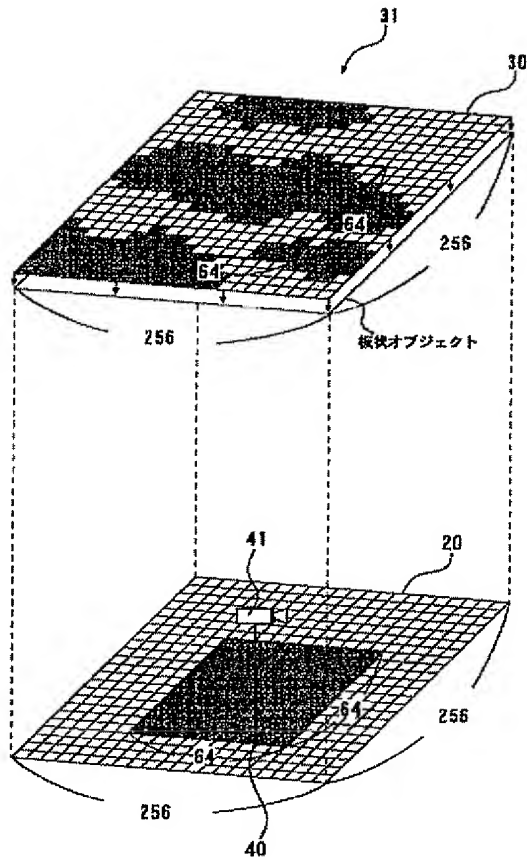
【図5】



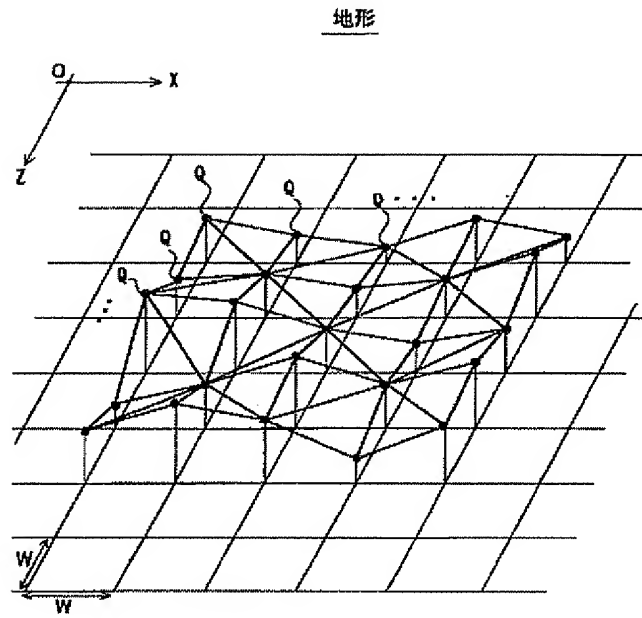
【図14】



【図3】



【図4】



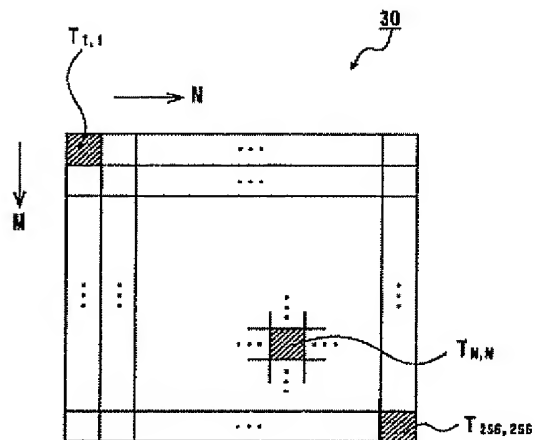
【図6】

地形データ

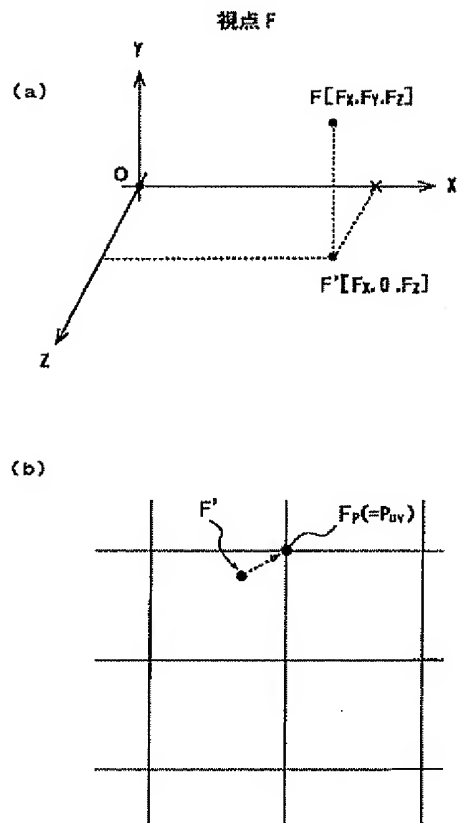
$m \backslash n$	0	1	...	256
0	$h_{0,0}$	$h_{1,0}$	...	$h_{256,0}$
1	$h_{0,1}$	$h_{1,1}$	...	$h_{256,1}$
...
256	$h_{0,256}$	$h_{1,256}$	...	$h_{256,256}$

【図7】

墨分布マップ (256 × 256 テクセル)

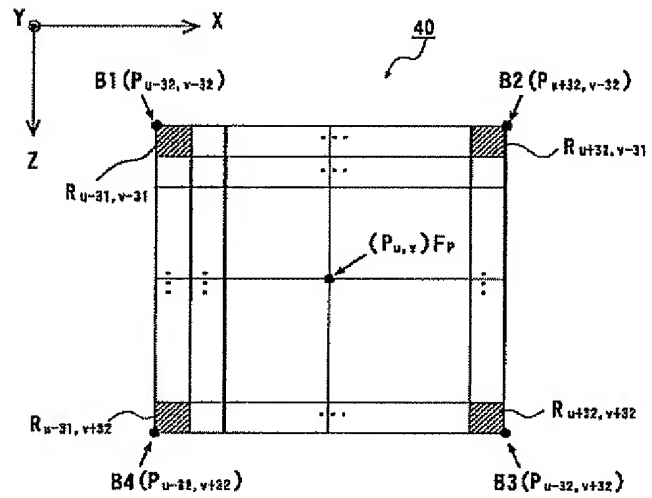


【図8】

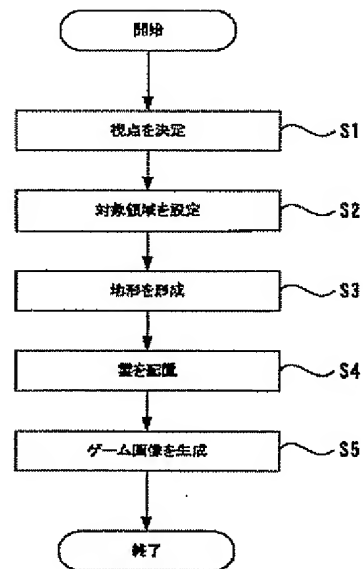


【図9】

対象領域 (64 × 64 格子)

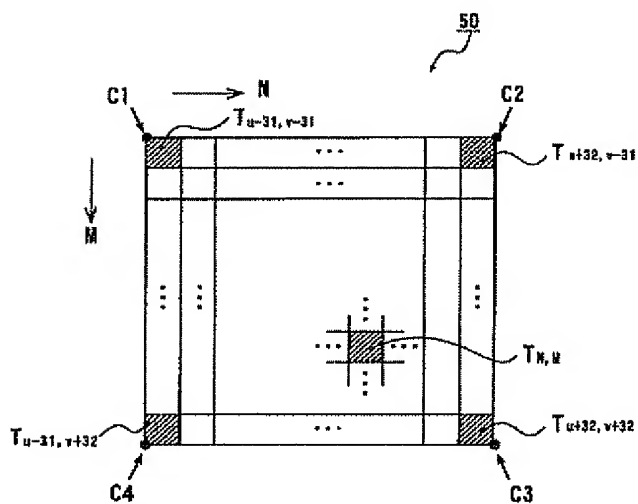


【図13】



【図10】

雲テクスチャ (64 × 64 テクセル)

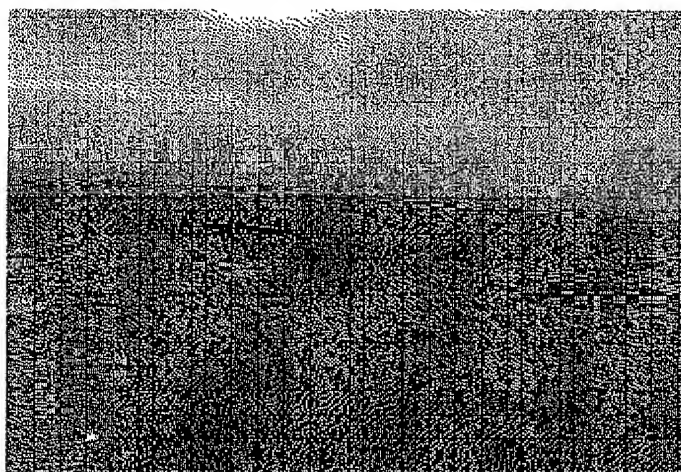


【図11】

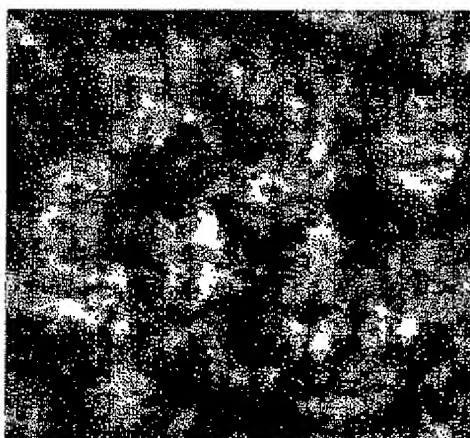
(a)



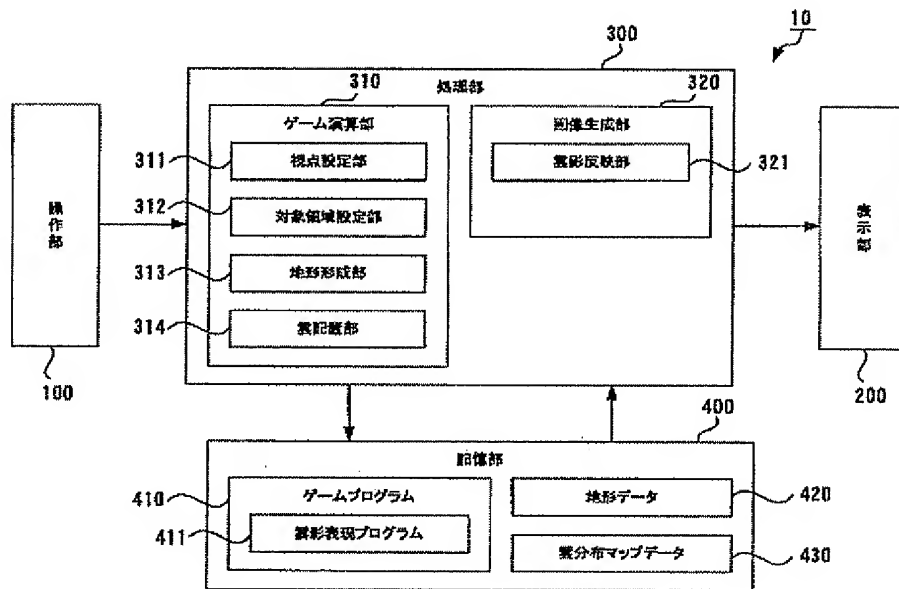
(b)



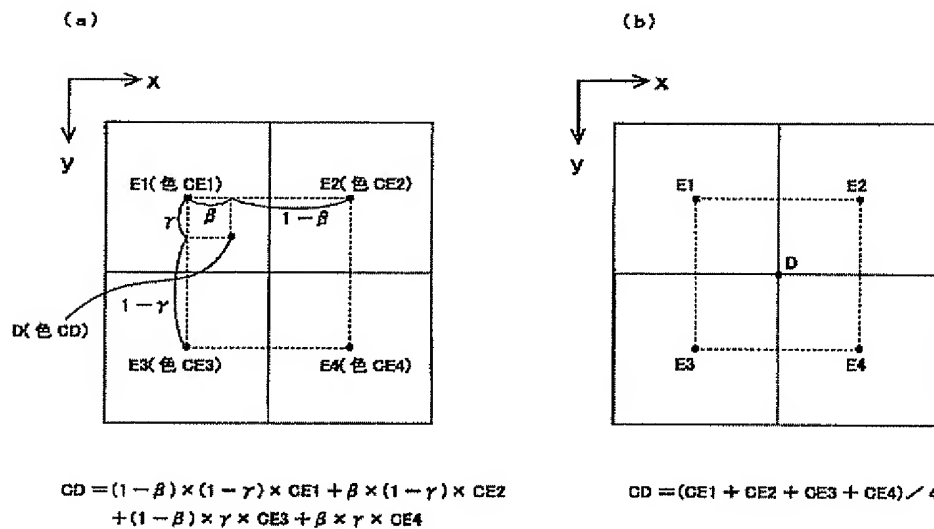
(c)



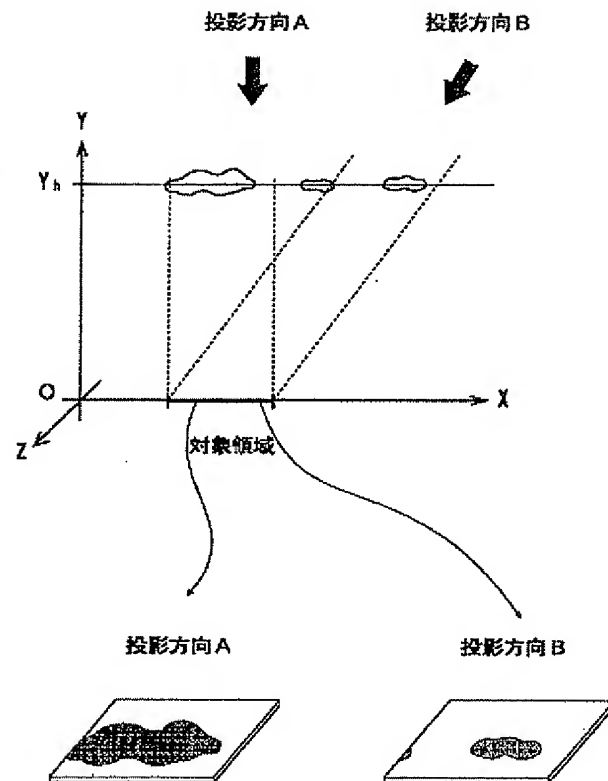
【図12】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2C001 AA09 BA01 BA05 BC05 BC06
 BC10 CB01 CB06 CC02 CC08
 5B050 AA10 BA08 BA11 DA10 EA05
 EA19 EA28 EA30 FA02 FA15
 5B080 AA13 BA05 BA07 FA08